

Der Skidaumen

Entwicklung einer standardisierten
radiologischen Untersuchungsmethode
zur Diagnostik
der ulnaren Daumenseitenbandverletzungen

Matthias Nägele

Diss
München
1984

AUS DER RADIOLOGISCHEN ABTEILUNG DER CHIRURGISCHEN
KLINIK INNENSTADT DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

FACHORDINARIUS: PROF. DR. J. LISSNER

DER SKIDAUMEN

ENTWICKLUNG EINER STANDARDISIERTEN RADIOLOGISCHEN
UNTERSUCHUNGSMETHODE ZUR DIAGNOSTIK DER ULNAREN
DAUMENSEITENBANDVERLETZUNGEN

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE IN DER GESAMTEN MEDIZIN
AN DER LUDWIG MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

VORGELEGT VON
MATTHIAS NÄGELE
AUS LAHR IM SCHWARZWALD

MÜNCHEN 1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : O.A. Dr. Roland Mayer

Mitberichterstatter : Prof. Dr. K. Wilhelm

Mitberichterstatter : Prof. Dr. J. Lissner

Dekan : Prof. G. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Oktober 1984

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. ANATOMIE	3
2.1 Passive Stabilität	4
2.2 Aktive Stabilität	8
3. VERLETZUNGSMECHANISMUS	9
3.1 Reihenfolge der Verletzungshäufigkeit am Kapselbandapparat	9
3.2 Jeweilige Funktion der einzelnen Kapselbandstrukturen und ihre Verletzungskonsequenz	9
3.2.1 M. adductor pollicis und Aponeurose	11
3.3 Verletzungsdynamik in Abhängigkeit der einwirkenden Kraft	12
3.4 Der Skidaumen	14
3.5 Gamekeeper's Thumb	16
4. KLINISCHE UND RADIOLOGISCHE MÖGLICHKEITEN ZUR UNTERSUCHUNG VON VERLETZUNGEN DES ULNAREN SEITENBANDES	17
4.1 Klinische Zeichen und Untersuchungsmethoden	17
4.2 Radiologische Untersuchungsmethoden zur Diagnoseerhebung	19
4.2.1 Standardaufnahme und gehaltene Aufnahme	19
4.2.2 Halteapparat und Technik nach BOWERS	22
4.2.3 Arthrographie	22

	Seite
5. METHODIK	25
5.1 Bisherige Untersuchungsmethode	25
5.2 Halteapparat zur Funktionsdiagnostik der Hand- und Fingergelenke nach R. MAYER	26
5.2.1 Arm-Hand-Daumen-Halteapparat	26
5.2.2 Druckapparatur	30
5.2.3 Röntgenkassette - Positionierung	30
5.2.4 Lokalanästhesie	31
5.3 Möglichkeiten der standardisierten Aus- wertung einer gehaltenen Röntgenaufnahme	31
5.3.1 Posteriore Flächenmethode nach HARRIS und JOSEPH	32
5.3.2 Gelenkflächenmethode	32
5.3.3 Halbierungsmethode	33
5.3.4 Vor- und Nachteile der Verfahren	35
6. UNTERSUCHUNGSGUT	37
6.1 Gruppe I Gesunde Probanden	37
6.2 Gruppe II Volleyballspieler	39
6.3 Gruppe III Patienten	39
6.3.1 Gruppe III a Nicht operierte Patienten	39
6.3.2 Gruppe III b Operierte Patienten	40
7. TABELLEN	41
7.1 Gruppe der gesunden Probanden	41
7.1.1 Ergebnisse der Daumenmessungen rechts - links	41
7.1.2 Auswertung	42
7.2 Gruppe der Volleyballspieler	44
7.2.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp	44
7.2.2 Auswertung	45
7.3 Gruppe III a Pathologische nicht operier- te Patienten	46

	Seite
7.3.1	Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp 46
7.3.2	Auswertung 48
7.4	Gruppe III b Pathologische operierte Patienten 50
7.4.1	Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp 50
7.4.2	Auswertung 53
7.5	Summe aller unverletzten Daumen der Gruppen I, II, III a und III b 55
7.6	Summe aller verletzten Daumen der Gruppe III a + b 56
8.	ERGEBNISSE 57
8.1	Gruppe I Gesunde Probanden Druckbelastungsergebnisse am rechten und linken Daumengrundgelenk 57
8.1.1	Am rechten Daumengrundgelenk erhobene Befunde 57
8.1.2	Am linken Daumengrundgelenk erhobene Befunde 58
8.1.3	Prozentuale Verteilung der Ergebnisse 60
8.1.4	Rechts-links-Vergleich bei 1,2 kp 62
8.1.5	Beurteilung der angewandten Kräfte 62
8.2	Gruppe II Volleyballspieler 64
8.2.1	Durchschnittliche Winkelergebnisse und Rechts-links-Vergleich bei 1,2 kp 64
8.2.2	Prozentuale Verteilung der Winkelergebnisse 65
8.2.3	Vergleich der Winkelwerte der Volleyballspieler mit Gruppe I und den unverletzten Daumen der Gruppe III a und b 66
8.3	Gruppe III a (Nicht operierte) Patienten und III b (Operierte Patienten) 67
8.3.1	Verletzungsverhältnis rechts - links 67
8.3.2	Durchschnittliche Winkel der unverletzten und verletzten Daumen 67
8.3.3	Untersuchung auf geschlechtsspezifische Unterschiede 69

	Seite
8.3.4 Untersuchung der 81 verletzten Daumen Gruppe III a + b	71
8.3.5 Winkeldifferenz	72
8.4 Untersuchung der 118 Winkelwerte der un- verletzten ulnaren Seitenbänder aller drei Gruppen	74
8.5 Vergleich der 118 ungeschädigten mit 81 geschädigten Daumen	75
9. DISKUSSION	77
10. ZUSAMMENFASSUNG	87
11. LITERATUR	88
12. LEBENSLAUF	

1. EINLEITUNG

Die Gebrauchsfähigkeit der Hand des Menschen wird zu einem großen Teil durch die einwandfreie Funktion des Daumens gewährleistet. Die herausragende Stellung und Beweglichkeit des Daumens ermöglichen erst viele Tätigkeiten und Arbeiten und erlauben es dem Menschen, seine Hand nicht nur als perfektes Greifwerkzeug, sondern auch bei vielen anderen sich stellenden Aufgaben in der Bewältigung des täglichen Lebens einzusetzen bis hin zur Handhabung von feinen Werkzeugen zur Herstellung z.B. von Kunsterzeugnissen, von Mikroprozessoren oder Operationen unter dem Mikroskop.

So wichtig die Beweglichkeit des Daumens für die Gewährleistung einer optimalen Funktion ist, so wichtig ist auch seine aktive und passive Stabilität durch Muskeln und Bänder.

Das wichtigste Band für die Adduktionsstabilität ist hierbei das ulnare Seitenband des Daumengrundgelenkes, das bei jeder aktiven Greiftätigkeit belastet wird. Kommt es zu einer Läsion dieses Bandes, so führt dies zu einer Funktionseinbuße bis hin zum Verlust der passiven ulnaren Daumenstabilität.

Aus diesem Grunde halten wir es für wichtig, bei Patienten mit Verletzungen des Daumengrundgelenks eine gezielte Diagnostik zur Feststellung von Läsionen des ulnaren Seitenbandes durchführen zu können und sich nicht ein-

fach mit der Diagnose "Distorsion des Daumengrundgelenkes" zu begnügen (KESSLER (18), SMITH (34)).

Mit der nachfolgend beschriebenen Röntgen- und Auswertetechnik ist diese Untersuchung leicht und auf reproduzierbare Weise durchzuführen. Dadurch können diese Patienten bereits frühzeitig und ihrer Verletzung entsprechen versorgt und Spätschäden vorgebeugt werden, was gerade bei den meist jüngeren Verletzten im Hinblick auf ihre weitere berufliche und sportliche Tätigkeit von besonderer Wichtigkeit ist.



Abb. 1 a Intaktes unverletztes ulnares Seitenband
b Proximale ulnare Seitenbandruptur

2. ANATOMIE

Das metacarpophalangeale Gelenk ist ein Scharniergelenk mit einer Flexionsfähigkeit von 40 - 80 Grad und einer Extensionsfähigkeit von im Durchschnitt etwa 10 Grad (COONRAD u. GOLDNER (8)).

Die Stabilität des Gelenkes wird durch das Zusammenwirken der Gelenkkapsel, der Lig. collateralia propria bzw. accessoria, des volaren und dorsalen Bandapparates und der umgebenden Muskulatur erreicht.

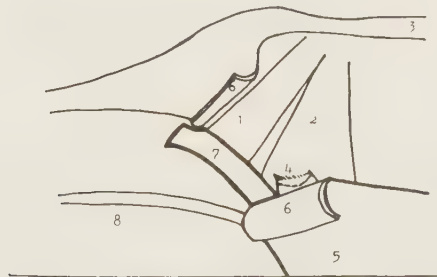


Abb. 2 Schemazeichnung der anatomischen Strukturen des Metacarpophalangealgelenkes

1. Lig. collaterale proprium
2. Lig. collaterale accessorium
3. Sehne M. extensor pollicis longus
4. Ulnares Sesambein
5. M. adductor pollicis
6. Aponeurose des M. adductor pollicis
7. Faseranteil des M. adductor pollicis (Insertion proximale Phalanx)
8. Flexorsehne

2.1 Passive Stabilität

Den wohl wichtigsten Teil der seitlichen Stabilität des Kapselbandapparates stellen die zwei Ligg. collateralia propria bzw. accessoria dar. Sie können als seitliche Stabilisatoren des Gelenkes angesehen werden.

Die ersten beiden verlaufen von dorso-ulnar bzw. dorso-radial vom Köpfchen des Os metacarpale I ausgehend nach distal volar und inserieren beidseitig am lateralen Tuberkulum der proximalen Phalanx.

Nach FRANK und DOBYNS (9) handelt es sich hierbei um ein sehr dickes Band mit einer Breite von durchschnittlich 4 - 8 mm und einer durchschnittlichen Länge von 12 - 14 mm und einer Belastbarkeit von 30 - 40 kg (MOBERG u. STENER (25)). Sie sind während der Flexion angespannt und verleihen dem Gelenk die laterale bzw. mediale Stabilität. Die Ligg. collateralia accessoria haben ihren Ursprung volarwärts von den Ligg. collateralia propria an den Kondylen des Os metacarpale I, strahlen in die Fibrocartilago palmaris und das Lig. vaginale ein und sind während der Extension gespannt.

Abb. 3 Metacarpophalangealgelenk:
Extensionsstellung

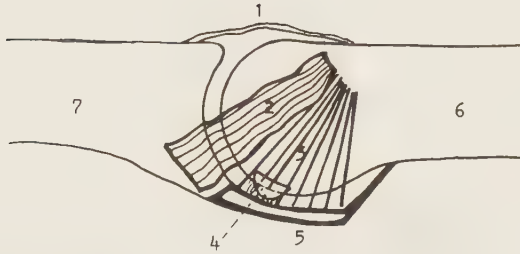
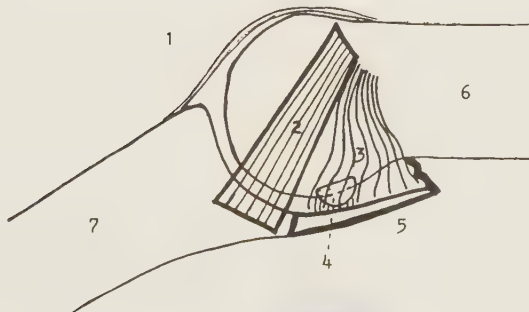


Abb. 4 Metacarpophalangealgelenk:
Schwache Flexion



1. Dorsale Kapsel
2. Lig. collaterale proprium
3. Lig. collaterale accessorium
4. Ulnares Sesambein
5. Fibrocartilago palmaris
6. Metacarpale I
7. Proximale Phalanx

Zwei Drittel des volaren Bandapparates bestehen aus Knorpel und festem Bindegewebe, der sogenannten Fibrocartilago palmaris (Lamina fibrocartilaginea volaris, FICK (10) 1904), die lediglich während der Flexion sich etwas beugen läßt und distal fest an der proximalen Phalanx angeheftet ist.

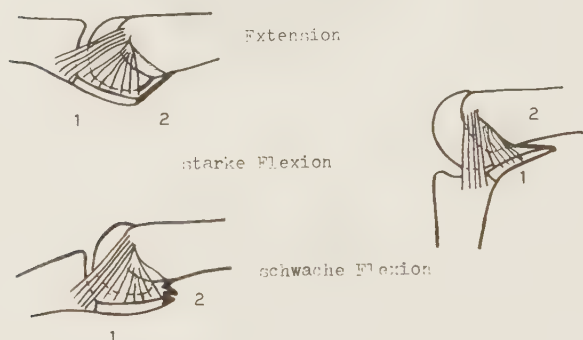


Abb. 5 Bewegungsstudie des Metacarpophalangealgelenks
1. Fibrocartilago palmaris
2. Pars flaccida

In ihr sind das ulnare und radiale Sesambein eingelagert (KOJINA (19)) und sie bildet die dorsale Begrenzung für den bindegewebigen Kanal (Lig. vaginale) der Flexorsehnen.

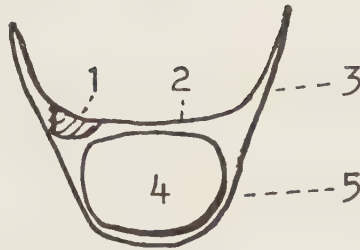


Abb. 6 Transversaler Schnitt durch den distalen Anteil der Fibrocartilago palmaris - Verflechtung der Ligg. collateralia accessoria mit dem Lig. vaginale

1. Sesambein
2. Volarer Bandapparat
3. Lig. collateralia accessoria
4. Flexorsehnenkanal
5. Lig. vaginale

Das proximale Drittel (Pars flaccida) des volaren Bandapparates ist frei von Knorpel und besteht aus kräftigen bindegewebigen Faserzügen, die proximal palmar am Os metacarpale I ansetzen, bei Extension und starker Flexion straff, bei Mittelstellung jedoch ungedehnt sind (MOBERG u. STENER (25), STRANDELL (39)). Die Belastbarkeit des isolierten volaren Bandapparates beträgt nach MOBERG u. STENER (25) 16 kg.

2.2 Aktive Stabilität

Aktive Stabilität erhält das Gelenk durch die Musculi abductor pollicis brevis und flexor pollicis brevis auf der radialen Seite und durch den Musculus adductor pollicis auf der ulnaren Seite, der mit seinem Caput transversum und dem größten Teil des Caput obliquum an der Ulnarseite der Basis der Grundphalanx I inseriert. Einige Fasern des Caput obliquum vereinigen sich mit dem M. flexor pollicis brevis zur Insertion an der Radial- und Ulnarseite des lateralen Tuberkulum der proximalen Phalanx; von dort aus erstrecken sich über die dorsale Gelenkfläche Faserzüge, die in die dorsale Aponeurose übergehen (WIRTH (41), STRANDELL (39)).

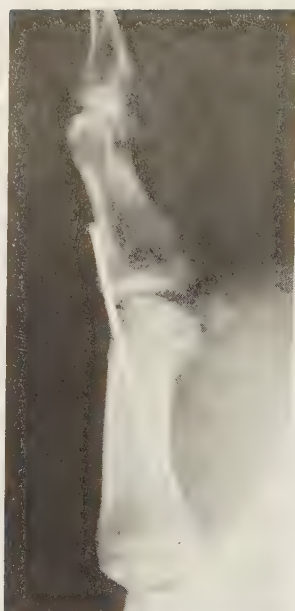
3. VERLETZUNGSMECHANISMUS

3.1 Reihenfolge der Verletzungshäufigkeit am Kapselbandapparat

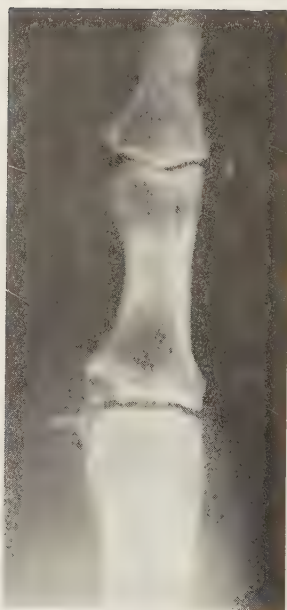
In der Reihenfolge der Häufigkeit unterscheiden wir den volaren, ulnaren und radialen Bandschaden (siehe Abb. 7), wobei der dorsale derart selten vorkommt, daß er hierbei zu vernachlässigen ist. Das volare Band, genauer die Pars flaccida, ist nach COONRAD u. GOLDNER (8) 1,5 mal häufiger, nach ZRUBECKY u. SCHARIZER (44) 2,5 mal häufiger verletzt als das ulnare Seitenband. Die Verletzungshäufigkeit des ulnaren zum radialen Seitenband verhält sich nach MOBERG u. STENER (25) wie 10 : 1 oder wie 9 : 1 bei COONRAD u. GOLDNER (8), FRYKMANN u. JOHANNSON (12). FRITZ (11), WOSNIK (42), ZRUBECKY u. SCHARIZER (44) sehen in ihrem Patientengut lediglich ulnare oder volare Bandverletzungen, aber keine auf der radialen Seite (CAMP (6)).

3.2 Jeweilige Funktion der einzelnen Kapselbandstrukturen und ihre Verletzungskonsequenz

Um nun den Mechanismus des Bandschadens des Lig. collaterale ulnaris zu verstehen, sind die jeweiligen Funk-



a



b

Abb. 7 Linker Daumen
 a) Radialer proximaler knöcherner Bandausriss und
 Riß der volaren Platte
 b) Ulnarer distaler knöcherner Bandausriss

tion der einzelnen Strukturen, die das Metacarpophalangeal-Gelenk (M.P.G.) stabilisieren, hier noch einmal dargestellt (ALDRED (1), BAILY (3), McFARLANE (24), ZILBERMANN (43)).

3.2.1 M. adductor pollicis und Aponeurose

Der M. adductor pollicis und die Adductor-Aponeurose sind wichtige Faktoren für die aktive Stabilisierung des Gelenkes gegenüber abduzierenden Kräften, stellen jedoch nahezu keinen passiven Widerstand gegen Abduktion dar (McCUE (23)).

So wurde durch COONRAD u. GOLDNER (8) an frisch Verstorbenen und Amputationspräparaten gezeigt, daß nach Durchtrennung der Adductoren-Aponeurose keine Instabilität, dagegen eine partielle nach Durchtrennung des ulnaren Seitenbandes und der Adduktoren-Aponeurose und eine totale Instabilität nach Durchtrennung des Lig. collaterale ulnaris, eines Teils der volaren Kapsel und der Adductor-Aponeurose auf der ulnaren Seite des Daumengrundgelenkes auftrat. Nach Zerstörung des Lig. collaterale ulnaris bei noch erhaltener Adductor-Aponeurose war nach STENER (38) eine abnorme Abduktion möglich.

Wird das ulnare Seitenband durchschnitten und das accessorische intakt belassen, so zeigt sich, daß das M.P.G.

in der Extension stabil, mit zunehmender Flexion jedoch vermehrt aufklappbar ist (McCUE (23)).

3.3 Verletzungsdynamik in Abhängigkeit der einwirkenden Kraft

Das Lig. collaterale ulnare kann durch eine forcierte Abduktion, Rotation oder Hyperextension verletzt werden (SMITH (35)). Nach WELLER (40) führen langsam einwirkende Kräfte vorwiegend zu einer interligamentären Verletzung, während schnell und forciert einwirkende Kräfte mehr zum knöchernen Bandausriß oder zu Schaftfrakturen führen, wobei die distale Bandläsion und der knöcherne Ausriß nach LAMB (20), SCHARIZER (31), STENER (36 + 37), STRANDELL (39), KESSLER (17), ZRUBECKY u. SCHARIZER (44), MOGENSEN (26), SAKELLARIDES (30) wesentlich häufiger sind als der proximale (Abb. 8).



Abb. 8

Gehaltene Aufnahme

Rechter Daumen

- a) Distaler ulnarer knöcherner Bandausriß mit geringer Dislokation des Knochenfragmentes



Gehaltene Aufnahme

Linker Daumen

- b) Interligamentärer ulnarer Bandriß ohne knöchernen Ausriß

3.4 Der Skidaumen

Da die Häufigkeit der Verletzung des ulnaren Seitenbandes mit der zunehmenden Popularität des Skifahrens korrelierte, ist der Begriff des Skidaumens bzw. im englisch sprechenden Raum des SKIING THUMB in die Nomenklatur eingegangen (WELLER (40), SCHULTZ (33), BAMERT und MEYER (4), HIPPE (15), BOWERS (5), LUGGER (22), GLAS (13)). SCHULTZ (33) versuchte, den Verletzungsmechanismus dadurch zu erklären, daß die meisten Skifahrer mit der Hand durch die Schlaufe den Skistock nicht gleich ergreifen, sondern zusätzlich erst mit dem Riemen in der Handinnenfläche den Skistock umklammern (Abb. 9a). Kommt es nun zum Sturz, so kann der Riemen den Daumen nach radial abduzieren und extendieren, was zur Ruptur der ulnaren und volaren Stützstruktur des M.P.G. führen kann. Wird der Skistock jedoch ohne nochmalige Umklammerung des Riemens umfaßt, was der Entwicklung der neueren Skistöcke gleichkommt, so wird diese Art der Verletzung seltener werden (Abb. 9 b + c).

Abb. 9

a)



b)



c)



3.5 Gamekeeper's Thumb

Als weitere Bezeichnung findet sich im englischen Schrifttum für die Verletzung des Lig. collaterale ulnaris der Ausdruck "Gamekeeper's Thumb" (CAMPBELL (7), NEVASIER (27), RESNIK (28), BOWERS (5), ROVERE (29)).

Er rührte von CAMPBELLS Beobachtung her, daß gerade Jäger, die oft Kaninchen durch die Technik des Genickbruchs mittels Zug bei gleichzeitiger Drehung von Daumen und Zeigefinger töteten, häufig chronische ulnare Instabilitäten aufwiesen.



Abb. 10 Gamekeeper's Thumb

Technik des Genickbruchs mittels Zug bei gleichzeitiger Drehung von Daumen und Zeigefinger.

4. KLINISCHE UND RADIOLOGISCHE MÖGLICHKEITEN ZUR UNTERSUCHUNG VON VERLETZUNGEN DES ULNAREN SEITENBANDES

Die klinische und radiologische Diagnose einer Bandverletzung des Daumengrundgelenkes, besonders die Unterscheidung zwischen Banddehnung, Bandteilruptur und komplettem Bandriß, kann schwierig sein. Sie ist aber gerade wegen der therapeutischen Konsequenzen von erheblicher Bedeutung.

4.1 Klinische Zeichen und Untersuchungsmethoden

Im allgemeinen lassen sich folgende klinische Zeichen in mehr oder weniger ausgeprägter Form bei der Verletzung des ulnaren Seitenbandes auffinden:

- 1) Schmerz, der besonders bei nach radial gerichteter Krafteinwirkung an Intensität zunimmt.
- 2) Schwellung entlang der ulnaren Seite des M.P.G., die unter anderem bedingt sein kann durch:
 - a) Ödem
 - b) ein disloziertes rupturiertes Seitenband.

c) überschießendes Granulationsgewebe, das sich bereits eine Woche nach der Verletzung gebildet haben kann.

3) (Hämorrhagischer) Gelenkserguß.

4) Schwäche des Grob- und Spitzgriffes. (MOBERG und STENER (25) empfehlen die exakte Messung mit Hilfe des dafür entwickelten Dynameters und entsprechendem Seitenvergleich. Das Dynameter entspricht in etwa einer Federwaage mit geeichter Anzeige.)

Eine etwas einfachere und praktikable Methode ist der Papierstreifenhaltetest, wobei ein Stück Papier - jeweils zwischen ulnarer Daumenseite und Zeigefinger positioniert - gerade im Seitenvergleich eine Schwäche der betroffenen Seite aufzeigt (Abb. 11).



Abb. 11 Papierstreifenhaltetest ermöglicht eine erste grobe Orientierung über den Zustand des ulnaren Seitenbandes.

- 5) Vermehrte Aufklappbarkeit im Metacarpophalangealgelenk bei der Abduktion des Daumens nach radial.

Anwendung: Der Patient oder der untersuchende Arzt drückt mit dem Zeigefinger der gesunden Hand auf die ulnare Seite der proximalen Phalanx des vermeintlich geschädigten Daumens (mit sich anschließendem Seitenvergleich). Die Achsen werden auf der Haut der Dorsalseite aufgezeichnet.

Der dabei entstehende Aufklappwinkel kann nach COONRAD und GOLDNER (8) als grobe Orientierung über die Schwere der Verletzung herangezogen werden, wobei jedoch im Falle einer pathologischen Aufklappbarkeit eine exakte radiologische Abklärung erforderlich ist (Abb. 12).

4.2 Radiologische Untersuchungsmethoden zur Diagnose- erhebung

4.2.1 Standardaufnahme und gehaltene Aufnahme

Neben den Standardröntgenaufnahmen in zwei Ebenen, auf denen vor allem auch ein eventueller Bandausriß mit Knochenaussprengung zur Darstellung kommt, bietet sich als weiterführende, diagnostisch-radiologische Möglichkeit die Anfertigung einer gehaltenen Röntgenaufnahme nach



Abb. 12 Methode nach COONRAD und GOLDNER (8) zur groben Orientierung der Schwere einer Verletzung durch Markierung der Longitudinalaxen des Metacarpale I und der proximalen Phalanx

WIRTH (41) und BAUERLE (2) an, bei der die Streckseite des ersten Mittelhandknochens auf eine Röntgenkassette aufgelegt, der Daumen nach radial abduziert sind und es somit zur volo-dorsalen Darstellung des Daumens kommt (Abb. 13).



Abb. 13 Aufnahme nach WIRTH (41) und BAUERLE (2):
Darstellung des Daumens in volodorsalem Strahlengang

Als Nachteil dieses sonst für die Darstellung des M.P.G. geeigneten Untersuchungsverfahrens sehen wir den nicht reproduzierbaren Haltedruck während der Aufnahme an, so daß die gewonnenen Winkel kaum untereinander vergleichbar sind und somit eine Einteilung im Hinblick auf den Schweregrad einer Verletzung nicht möglich ist.

4.2.2 Halteapparat und Technik nach BOWERS (5)

Aus dem Bemühen heraus, eine standardisierte Methode der gehaltenen Aufnahme zu finden, entwickelte Bowers einen Halteapparat, bei dem sowohl der geschädigte als auch der gesunde Daumen zum Vergleich im dorsovolaren Strahlengang gleichzeitig einer jeweils rein abduzierenden Kraft ohne jegliche Rotationsmöglichkeit unter vergleichbaren Bedingungen ausgesetzt wurde. BOWERS (5) führte diese Röntgenuntersuchung in Lokalanästhesie durch, die jedoch den Patienten nicht vollständig vom Schmerz befreien sollte, um einerseits den Daumen bis zu jenem Punkt abduzieren zu können, bei dem die intakt verbliebenen ulnaren Strukturen zum passiven Hindernis werden, andererseits noch keine weitere Bandzerreißung durch die Untersuchung befürchtet werden muß. BOWERS (5) fertigte jeweils zwei Aufnahmen an, die eine in voller Extension, die andere in 25 Grad Flexion, fand jedoch bei seiner Studie von 30 normalen Daumen keinen Unterschied in der Aufklappbarkeit bei extremer Extension oder Flexion.

4.2.3 Arthrographie

Als sinnvoll ergänzende Maßnahme zur Befunderhebung einer ulnaren Seitenbandverletzung sehen LINSCHIEDT (21),

RESNIK UND DANZIG (28) sowie BOWERS (5) die Arthrographie an mit einer Injektion eines wasserlöslichen Kontrastmittels in den Gelenkspalt. LINSCHIEDT (21) nutzt die Arthrographie als Gradmesser einer Kapselbandläsion des Metacarpophalangealgelenkes und behandelt die Personen, bei denen es nach Einspritzung von Kontrastmittel in den Gelenkspalt nicht zum Austritt in das periartikuläre Gewebe kommt, jeweils konservativ. Zudem beschreibt er die Möglichkeit der Darstellung derjenigen distalen Bandruptur, bei der es, wie von STENER (38) berichtet, zur charakteristischen Interposition der Adduktoraponeurose zwischen distaler Ausrißstelle und proximalem Bandanteil kommt, die sich kaum durch eine andere Methode so klar darstellen läßt (Abb. 14 + 15).

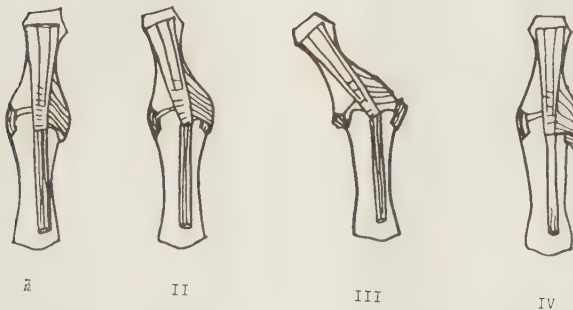
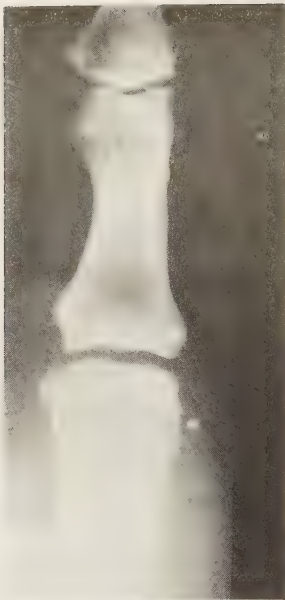


Abb. 14 Dorsale Fläche des Metacarpophalangealgelenkes des rechten Daumens. Es werden abgebildet: Knöcherne Anteile, die Lig. collateralia, die Extensor-Sehne und die Adduktoraponeurose. I = Normalbefund, II + III = beginnende Banddislokation, IV = Interposition der Adduktoraponeurose.



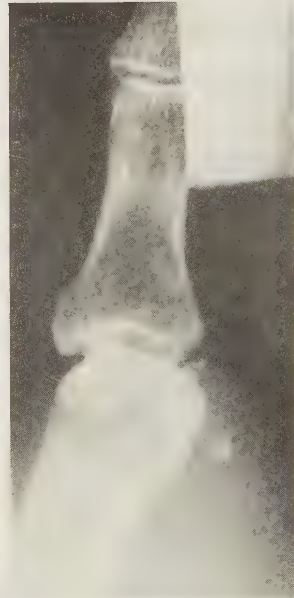
a



b



c



d

Abb. 15 Korrespondierende Röntgenbilder zu Abb. 14
a) Normalbefund;
b) + c) Distaler knöcherner Bandausriß mit bereits mehr oder minder beträchtlicher Dislokation des Fragmentes
d) Keine Deckung des Bandes durch die Adduktora-
poneurose mehr vorhanden (gehaltene Aufnahme)

5. METHODIK =====

5.1 Bisherige Untersuchungsmethode

Die Röntgenaufnahmen des Daumens werden routinemäßig in zwei Ebenen, und zwar die eine im volodorsalen bzw. dorso-
sovolaren und die andere im seitlichen Strahlengang angefertigt. Diese Art der Darstellung ist für den Nachweis und zum Ausschluß einer Fraktur sehr geeignet, nicht aber zur Feststellung einer Bandläsion. Will man eine Bandschädigung nachweisen, so werden sogenannte gehaltene Aufnahmen angefertigt, wobei der Daumen meist manuell in Ab- oder Adduktionsstellung gehalten wird. Im allgemeinen werden mindestens bei pathologischer Aufklappbarkeit des Daumengrundgelenkes in gleicher Weise gehaltene Aufnahmen der gesunden Seite zum Vergleich durchgeführt, wobei erst ein Seitenunterschied einen pathologischen Befund beweist. Diese gehaltenen Aufnahmen beinhalten jedoch, gerade da sie manuell und ohne Positionierungsvorrichtung gehalten werden, eine erhebliche Fehlerquelle in der Befunderhebung.

Gründe:

- 1) durch die nicht einwandfrei gewährleistete Reproduzierbarkeit der Aufnahmetechnik,
- 2) durch eventuell falsche Projektion,

- 3) durch Testung des falschen Bandes und
- 4) durch unterschiedliche Kraftanwendung der haltenden Person besonders bei starken Schmerzen des Patienten.

5.2 Halteapparat zur Funktionsdiagnostik der Hand- und Fingergelenke nach R. MAYER (32)

Diese Mängel entfallen, wenn wir mit einem speziellen Haltegerät arbeiten, wodurch eine Standardisierung der Aufnahmetechnik mit genau einzustellendem Druck und mit jeweils vergleichbarer Projektion erreicht wird. Auch das Auswerteverfahren der Röntgenbilder wurde genau festgelegt, wodurch die Röntgendiagnostik des Kapselbandapparates des M.P.G. auf eine solide Basis gestellt, weitgehend objektiviert und erstmals wirklich vergleich- und reproduzierbar wird.

5.2.1 Arm-Hand-Daumen-Halteapparat

Eine einwandfreie Fixation des Unterarms, der Hand und des zu untersuchenden Daumens wird durch folgende Maßnahmen erreicht:

Der Arm wird im Ellenbogengelenk gebeugt und der Unter-

arm liegt auf der Ulnarseite, wobei das Olecranon mit der hinteren Begrenzungsplatte abschließt (Abb. 16 a + b). Dadurch wird erreicht, daß der Unterarm bei einem von frontal auf die distale Phalanx wirkenden Druck nicht nach dorsal ausweichen kann. Hierbei wird der Unterarm in zwei parallel laufenden Schienen mit der radialen Seite nach oben derartig fixiert, daß eine Supinations-Propinationsbewegung vermieden wird. Einem Abkippen der Hand nach volar wird durch einen zwischen Druckvorrichtung und Handfläche eingefügten Holzkeil begegnet und somit eine Fixation des Handgelenkes und der Handfläche gewährleistet (Abb. 16 c + d + e). Eine Fehlprojektion durch Rotation im M.P.G. bzw. C.M.G. wird durch die Platzierung des Daumenendgliedes in einer am Druckbolzen sitzenden, horizontal verlaufenden Haltevorrichtung ausgeschlossen (Abb. 16 d + e + f).

Durch diese Haltevorrichtung erzielen wir eine vom Patienten und der jeweils untersuchenden Person unabhängige, stets gleichbleibende Positionierung des zu untersuchenden Metacarpophalangealgelenkes und somit des ulnaren Seitenbandes im dorsovolaren Strahlengang.

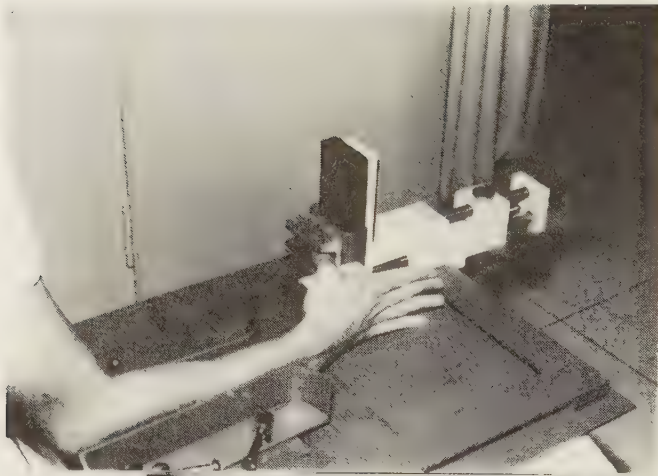
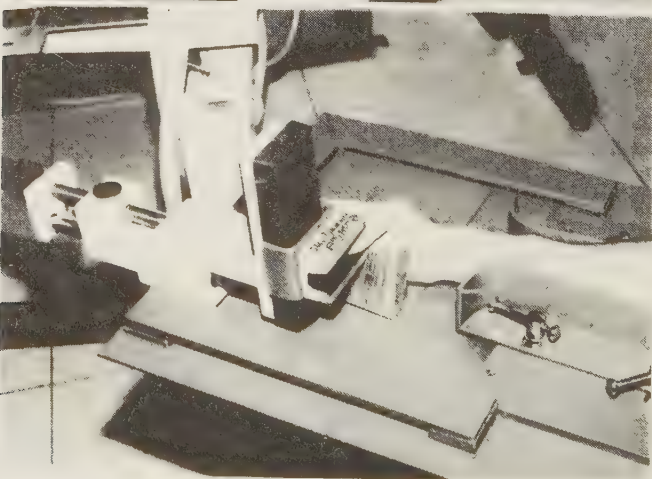


Abb. 16
Halteapparat
zur Funktions-
diagnostik
der Hand- und
Fingergelenke
nach R. MAYER

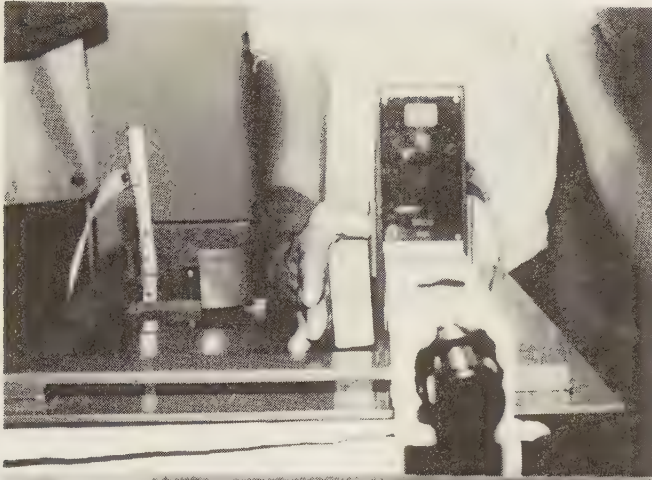
a



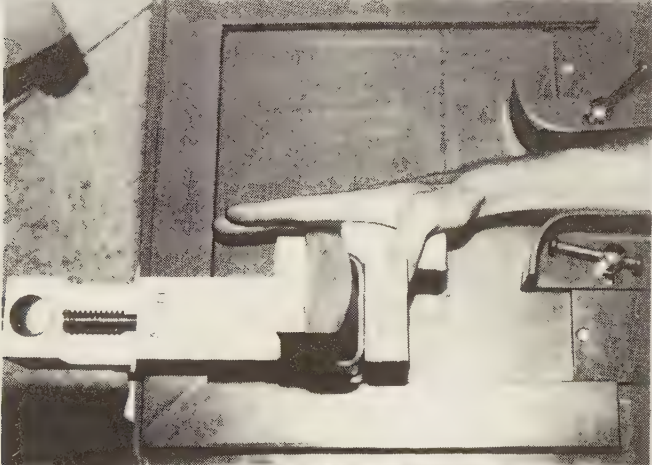
b



c



d



e



f

5.2.2 Druckapparatur

Um einen objektiv meßbaren und reproduzierbaren Druck auf das Metacarpophalangealgelenk ausüben zu können, benutzen wir eine Druckvorrichtung der Firma TELOS, die bisher vorwiegend zur Untersuchung des Kapselbandapparates des Knie- und Sprunggelenks herangezogen wurde. Sie besteht aus einer Andruckplatte, auf der, wie oben beschrieben, sich eine horizontal verlaufende Haltevorrichtung für die distale Phalanx befindet, die mittels einer mit der Hand zu drehenden Schnecke dosierten Druck auf die distale Phalanx ausübt, dessen Wert an einer digitalen Anzeige ablesbar ist (Abb. 16 d + e + f). Die Druckfeder, die sich normalerweise im Gerät für Aufnahmen des Knie- und Sprunggelenkes befindet, ersetzen wir durch eine Feder, deren Federkonstante der anatomischen Struktur des Daumengrundgelenkes entspricht.

5.2.3 Röntgenkassette - Positionierung

Die Röntgenkassette wird so plaziert, daß die proximale Phalanx, das Metacarpophalangealgelenk und das Os metacarpale I im dorsovolaren Strahlengang zur Darstellung kommen.

5.2.4 Lokalanästhesie

Eine Lokalanästhesie, z.B. mit Xylocain, wie sie von BOWERS (5) routinemäßig zur teilweisen Beseitigung des Schmerzreizes während der gehaltenen Aufnahme verwandt wird, wird von uns nicht durchgeführt. Sie wäre zwar sinnvoll bei den Patienten, bei denen sich eine Bandzerreißung herausstellt, um hier eine Pseudostabilität infolge Kontraktur der Muskulatur bei Auftreten von Schmerz auszuschließen. Da es in unserer Untersuchungsreihe jedoch nicht um die maximale Aufklappbarkeit des Gelenkes, sondern nur um die Feststellung eines Bandschadens geht, und wir lediglich mit Drucken bis zu 1,2 kp arbeiten und somit den Schmerzreiz weitgehend vermeiden können, verzichten wir auf die Lokalanästhesie, wodurch auch die Vergleichbarkeit mit den beiden gesunden Gruppen (Volleyballspieler und gesunde Probanden) gewährleistet wird.

5.3 Möglichkeiten der standardisierten Auswertung einer gehaltenen Röntgenaufnahme

Praktisch gibt es drei sinnvolle Arten der Messung eines Winkels aufgrund einer Röntgenaufnahme.

5.3.1 Posteriore Flächenmethode nach HARRIS und JOSEPH
(14), JOSEPH (16)

Sie bestimmen den Extensionswinkel aufgrund einer seitlichen Aufnahme dadurch, daß sie Gerade entlang der posterioren Fläche des Os metacarpale I und der proximalen Phalanx legen und den daraus resultierenden Winkel messen.



Abb. 17 Posteriore Flächenmethode nach HARRIS und JOSEPH (14) zur Bestimmung des Extensionswinkels

5.3.2 Gelenkflächenmethode

Eine Möglichkeit zur Erlangung des Winkels im dorsovolaren Strahlengang ist die Zuhilfenahme der das Metacarpophalangealgelenk bildenden Gelenkflächen. Hierbei nimmt man die zwei am weitesten außen gelegenen Punkte der kon-

vexen Gelenkfläche des Köpfchens des Os metacarpale I bzw. der konkaven Gelenkfläche der proximalen Phalanx und legt durch sie zwei Gerade, die wiederum einen verwertbaren Winkel bilden können (Abb. 18 a).

5.3.3 Halbierungsmethode

Die durch den oben beschriebenen Untersuchungsaufbau erhaltene Röntgenaufnahme des Daumens wurde auf folgende Art und Weise ausgewertet. Unsere bevorzugte Methode zur Bestimmung eines Winkels bei dorsovolarer Projektion im Metacarpophalangealgelenk basiert auf der Halbierung der proximalen Phalanx bzw. des Os metacarpale I in longitudinaler Richtung und somit der Bestimmung der jeweiligen Mittelachse. Hierbei bestimmen wir einen proximalen und einen distalen, jeweils gelenknahen, den Knochen halbierenden Punkt auf dem Os metacarpale I und der proximalen Phalanx. Hierdurch erhalten wir zwei Gerade, die bei entsprechender Aufklappbarkeit einen verwertbaren Winkel ergeben (Abb. 18 b).

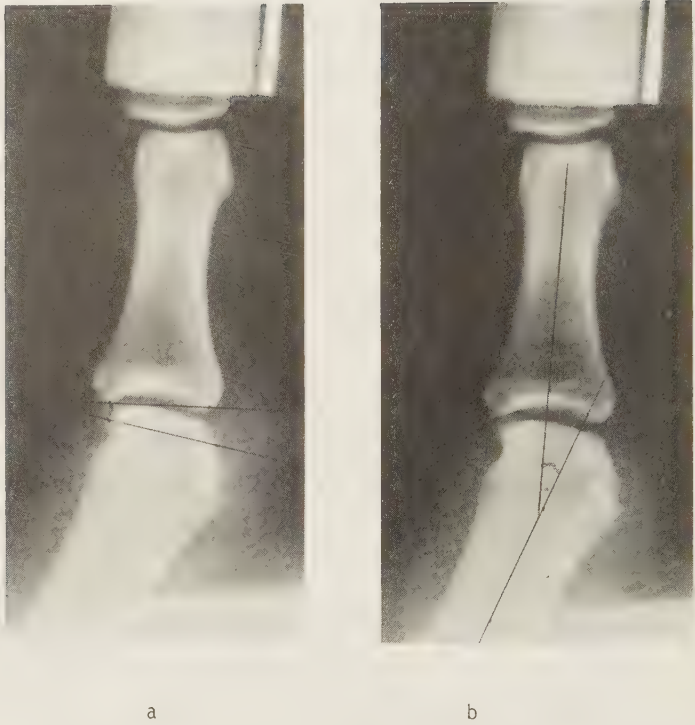


Abb. 18 Zweifache Darstellung eines geschädigten Metacarpophalangealgelenkes im dorsovolaren Strahlengang desselben Patienten zur Berechnung des Aufklappwinkels.

- a) Gelenkflächenmethode:
Gemessener Winkel : 11.0 Grad
- b) Halbierungsmethode:
Gemessener Winkel : 20.0 Grad

5.3.4 Vor- und Nachteile der Verfahren

Die Methode nach HARRIS und JOSEPH (14) eignet sich für die seitliche Aufnahme, aber nicht für den hier notwendigen dorsovolaren Strahlengang, da die anatomischen Konturen des Os metacarpale I und der proximalen Phalanx eher zwei konkaven Kurven als geraden Linien entsprechen und somit kaum eindeutige Bezugspunkte festzulegen sind (Abb. 19).

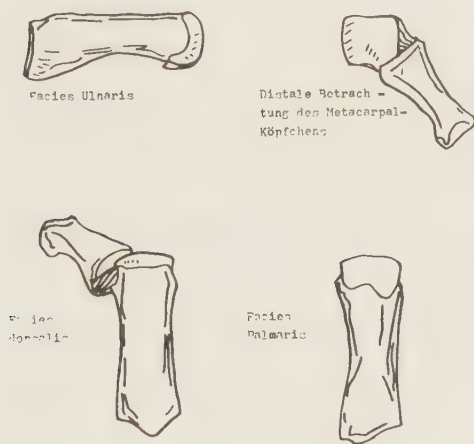


Abb. 19 Verschiedene Aspekte der Betrachtung des knöchernen Anteils des 1. Strahls.

Auch die Verwendung der Gelenkflächen als Bezugspunkt hat Nachteile,

- 1) da der geringe Abstand der beiden Punkte eine wesentlich größere Fehlermöglichkeit bei der Bestimmung der Geraden beinhaltet und somit eine pathologische Aufklappbarkeit sich als noch im Normbereich gelegen dargestellt werden könnte (siehe Abb. 19 a + b), die Reproduzierbarkeit nicht im gleichen Maße gewährleistet und die Methode auch schwieriger zu handhaben ist,
- 2) da sie bei einem gelenknahen, knöchernen Ausriß des ulnaren Seitenbandes an der proximalen Phalanx bzw. am Os metacarpale I falsche Ergebnisse erbringt,
- 3) und da durch Überlagerung mit den Sesambeinen die Gelenkflächen nicht immer eindeutig abgrenzbar sind.

6. UNTERSUCHUNGSGUT

Im Zeitraum von November 1981 bis Januar 1983 wurden bei achtzig Patienten, neunzehn Volleyballspielern und zehn gesunden Probanden im Alter von 12 bis 63 Jahren nach oben beschriebener Technik Röntgenaufnahmen des Daumengrundgelenkes zur Untersuchung des ulnaren Seitenbandes in der radiologischen Abteilung der chirurgischen Klinik und Poliklinik Innenstadt der Ludwig-Maximilian-Universität München angefertigt. Die einhundertneun untersuchten Personen wurden in drei Gruppen eingeteilt.

6.1 Gruppe I Gesunde Probanden

In dieser Gruppe wurden zehn gesunde Probanden zusammengefaßt, bei denen weder die Vorgeschichte noch die körperliche Untersuchung einen Hinweis auf eine frühere Verletzung des ulnaren Seitenbandes ergab. Es handelte sich ausschließlich um Rechtshänder.

7 Männer und 3 Frauen

Durchschnittsalter : 26,8 Jahre Stabw. = ± 2.4 Jahre

Jüngster/ältester Proband: 25/33 Jahre Median : 26 Jahre

In dieser Gruppe wurden sowohl der rechte als auch der linke Daumen bei variierenden Kräften röntgenologisch un-

tersucht. Pro Daumen wurden jeweils drei Aufnahmen angefertigt. Die Kräfte für den rechten Daumen betrugen:

1,2 kp, 2,0 kp, 3,0 kp;

für den linken Daumen

0,6 kp, 1,2 kp, 1,8 kp.

Die Kräfte wurden anhand von Selbstversuchen so ausgewählt, daß der kleinste von 0,6 kp immerhin noch eine deutlich spürbare Belastung für das M.P.G. darstellte und die größte Kraft von 3,0 kp noch unter der Schmerzschwelle lag und somit die aktive Stabilität des Gelenkes durch den Muskelapparat nicht zum verfälschenden Faktor werden konnte und wirklich lediglich der Widerstand des passiven Stabilisierungsapparates des ulnaren Seitenbandes getestet wurde. Die Unterschiedlichkeit der Kräfte bei der Untersuchung des rechten und linken Daumens ergeben sich aus dem Bestreben heraus, möglichst viele verschiedene Kräfte anzuwenden, um dadurch eventuell Gesetzmäßigkeiten der Banddehnung in vivo zu erkennen und die günstigste Kraft für die klinisch radiologische Untersuchung zu ermitteln.

6.2 Gruppe II Volleyballspieler

Als weitere Testgruppe wurden neunzehn Volleyballspieler ausgewählt und bei einer Kraft von 1,2 kp auf eventuell chronische, durch das Ballspiel induzierte ulnare Seitenbandveränderungen untersucht. Sie sollte möglicherweise als semipathologische Gruppe mit den anderen Gruppen verglichen werden.

Der klinische Untersuchungsbefund ergab bei keinem der Spieler einen Instabilitätshinweis. Radiologisch wurde jeweils die Führungshand untersucht.

14 Männer und 5 Frauen

Durchschnittsalter : 24,6 Jahre $\pm$ Stabw. = 2,4

Jüngster/ältester Spieler: 19/29 Jahre Median: 25 Jahre

6.3 Gruppe III Patienten

6.3.1 Gruppe III a Nicht operierte Patienten

32 Patienten, die nach radiologischer Abklärung

- 1) keinen knöchernen Bandausriß
- 2) eine vermehrte Gelenkaufklappbarkeit mit im Vergleich zur gesunden, ungeschädigten Seite aufweisen, bei denen jedoch eine
- 3) durch komplette Rupturierung bedingte Instabilität ausgeschlossen werden konnte und bei denen aufgrund der

klinischen Untersuchung (siehe oben) oder wegen nicht erteilter Operationseinwilligung (4 Patienten; siehe Tabelle 7.5, Patient Nr. 13, 26, 27 und 29) eine konservative Behandlung mit Ruhigstellung des Daumens durch einen Gipsverband über sechs Wochen durchgeführt wurde.

20 Männer und 12 Frauen

Durchschnittsalter : 32,9 Jahre $\pm$ Stabw. = 12,8

Jüngster/ältester Patient : 12/59 Jahre

6.3.2 Gruppe III b Operierte Patienten

48 Patienten, die nach radiologischer und klinischer Abklärung zur chirurgischen Versorgung weitergeleitet wurden, und bei denen sich die Diagnose einer völligen Bandruptur in allen Fällen intraoperativ bestätigte.

23 Männer und 25 Frauen

Durchschnittsalter : 38,2 Jahre $\pm$ Stabw. = 12,4

Jüngster/ältester Patient: 18/63 Jahre

7. TABELLEN

7.1 Gesunde Probanden

7.1.1 Ergebnisse der Daumenmessungen rechts und links

Proband	Alter	Geschlecht	Aufklappbarkeit in Grad					
			bei 0,6 kp 1,2 kp 1,8 kp 2,0 kp 3,0 kp			bei 1,2 kp 2,0 kp 3,0 kp		
			LINKER DAUMEN			RECHTER DAUMEN		
1	26	W	0	6	8	4,5	7	9
2	25	W	8,5	10,5	13	5	6	11
3	25	W	1,5	3	3,5	2,5	5	5,5
4	25	M	0	5	11	1	6	9
5	27	M	12	13	13	10	12	14,5
6	28	M	3,5	5	6,5	1	5,5	13,5
7	28	M	11	12	14	8	9,5	10
8	33	M	0,5	5	8	1	2	5,5
9	26	M	11,5	13	15	8	8,5	13
10	25	M	4	8,5	11	3,5	9	13

7.1.2 Auswertung

- 1) Anzahl der Probanden : 10
- 2) Durchschnittsalter : 26,8 Jahre Stabw: $\pm 2,4$
Median: 26
- 3) Verhältnis männlich/weiblich: 7 / 3
- 4) Durchschnittliche Aufklappbarkeitswinkel in Grad

	Rechter Daumen			Linker Daumen		
	1,2 kp	2,0 kp	3,0 kp	0,6 kp	1,2 kp	1,8 kp
1) Mittelw.	4,4	7,0	10,4	5,2	8,1	10,3
2) Median	4,0	6,5	10,5	3,7	7,2	11,0
3) Varianz	10,7	7,8	10,2	24,9	14,2	13,6
4) Stabw.	$\pm 3,2$	$\pm 2,8$	$\pm 3,2$	$\pm 4,9$	$\pm 3,7$	$\pm 3,6$

5) Durchschnittliche Aufklappbarkeit in Grad

Ergebnisse rechter + linker Daumen bei 1,2 kp

Anzahl der Ergebnisse : 20

Mittelwert (Grad) : 6,2

Varianz : 11,8

Stabw. : $\pm 3,4$

6) Prozentuale Verteilung der jeweiligen Versuchsergebnisse:

Grad	rechter Daumen			linker Daumen			
	1,2	2,0	3,0	0,6	1,2	1,8 (kp)	
0 - 5,0	70	20	-	60	40	10	%
5,1 - 10,0	30	70	50	10	20	30	%
10,1 - 15,0	-	10	50	30	40	60	%

7) Regressionsgerade

Korrelationskoeffizient

Linker Daumen : $Y = 20x - 16$ $r^2 = 0,21$

Rechter Daumen : $Y = 8,3x - 9,75$ $r^2 = 0,41$

7.2 Gruppe der Volleyballspieler

7.2.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp

Spieler	Alter	Geschlecht	rechter/linker Daumen	Aufklappbarkeit in Grad
1	19	W	X	12
2	25	W	X	15
3	27	W	X	5
4	23	W	X	15
5	22	W	X	7
6	24	M	X	11
7	22	M	X	7
8	27	M	X	13
9	24	M	X	1
10	25	M	X	9
11	29	M	X	8,5
12	23	M	X	1
13	25	M	X	1
14	28	M	X	5
15	26	M	X	15
16	23	M	X	3
17	27	M	X	14
18	24	M	X	25
19	25	M	X	18,5

7.2.2 Auswertung

- 1) Anzahl der Spieler : 19
 2) Durchschnittsalter : 24,6 Jahre Stabw: $\pm 2,4$
 Median: 25 Jahre

- 3) Verhältnis männl./weibl.: 14 / 5

- 4) Durchschnittliche Aufklappbarkeit in Grad

Mittelwert	:	9,7
Median	:	9,0
Varianz	:	42,4
Stabw.	:	$\pm 6,5$

- 5) Rechts - Links-Vergleich der Ergebniswinkel in Grad

	rechts / links	
Verhältnis rechts/links	:	13 / 6
Mittelwert	:	9,7 / 9,9
Varianz	:	57,7 / 14,2
Stabw.	:	$\pm 7,6$ / $\pm 3,7$

- 6) Prozentuale Verteilung der Winkelergebnisse

Grad	Häufigkeit	Prozent (%)	
0 - 5,0	6	31,5	} 89,3 %
5,1 - 10,0	4	21,0	
10,1 - 15,0	7	36,8	
15,1 - 20,0	1	5,2	
20,1 - 25,0	1	5,2	

7.3 Gruppe IIIa Pathologische nicht operierte Patienten

7.3.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp (Patient 1 - 16)

Patient	Alter	Geschlecht	Verletzungsseite	Winkel des zu	Vergleichswinkel	Winkel-
			rechts	behand.Daumens	gesunder Daumen	differenz
1	40	M	X	16,5	3,5	13
2	28	M	X	11	5	6
3	36	M	X	13	11	2
4	25	M	X	15	12	3
5	36	M	X	13	9,5	3,5
6	32	M	X	4	3,5	0,5
7	15	M	X	10	10	0
8	57	M	X	17	4,5	12,5
9	55	M	X	22	6,5	15,5
10	25	M	X	17	14	3
11	23	M	X	12	10	2
12	49	M	X	13	4	9
13	45	M	X	35	2,5	32,5
14	47	M	X	23	7	16
15	32	M	X	17	3	14
16	37	M	X	23	14	9

7.3.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp (Patient 17 - 32)

Patient	Alter	Geschlecht	Verletzte Seite	Winkel des zu behand. Daumens	Vergleichswinkel gesunder Daumen	Winkel- differenz
			rechts	links		
17	18	M		X	25	15
18	16	M		X	8	0
19	19	M		X	15	8
20	30	M	X		7	6
21	26	W		X	26,5	14,5
22	45	W		X	21	15
23	34	W	X		16	12
24	20	W	X		20	18
25	41	W	X		22,5	11,5
26	12	W	X		37	4
27	20	W	X		63	13,5
28	40	W		X	30	5,5
29	35	W		X	49	4
30	17	W	X		19	5
31	41	W	X		12	4
32	59	W	X		17,5	6

7.3.2 Auswertung

- 1) Anzahl der Patienten : 32
- 2) Durchschnittsalter : 32,9 Jahre Stabw.: $\pm 12,8$
- 3) Verhältnis männl./weibl.: 20 / 12

- 4) Durchschnittliche Aufklappbarkeit des verletzten Daumens in Grad:

Mittelwert	:	20,3
Median	:	17,0
Varianz	:	146,2
Stabw.	:	$\pm 12,0$

- 5) Durchschnittliche Aufklappbarkeit des unverletzten Daumens in Grad:

Mittelwert	:	8,1
Median	:	7,5
Varianz	:	21,8
Stabw.	:	$\pm 4,6$

- 6) Durchschnittliche Winkeldifferenzen (Winkel des verletzten minus des unverletzten Daumens) in Grad:

Mittelwert	:	12,1
Varianz	:	151,5
Stabw.	:	$\pm 12,3$

7) Prozentuale Verteilung der Winkelwerte:

G r a d	Unverletzter Daumen		Verletzter Daumen	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
0 - 5	12	37,5	1	3,1
5,1 - 10	9	28,7	3	9,3
10,1 - 15	10	31,2	8	25,0
15,1 - 20	1	3,1	8	25,0
20,1 - 25	-	-	6	18,7
25,1 - 30	-	-	2	6,2
30,1 - 35	-	-	1	3,1
35,1 - 40	-	-	1	3,1
40,1 - 45	-	-	-	-
45,1 - 50	-	-	1	3,1
50,1 - 55	-	-	-	-
55,1 - 60	-	-	1	3,1

7.4 Gruppe III b Pathologische operierte Patienten

7.4.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp (Patient 1 - 16)

Patient	Alter	Geschlecht	Verletzungsseite	Winkel des zu	Vergleichswinkel	Winkel-	
			rechts	links	behand.Daumens	gesunder Daumen	differenz
1	43	M		X	10	9	1
2	42	M		X	27	16	11
3	22	M	X		47,5	8,5	39
4	33	M	X		18	12	6
5	24	M		X	38	10	28
6	56	M	X		11	7	4
7	30	M	X		56	2	54
8	31	M		X	34	6,5	27,5
9	48	M		X	47	6	41
10	51	M		X	18	12	6
11	36	M	X		30,5	5,5	25
12	22	M	X		29	10	19
13	45	M	X		26	9,5	16,5
14	40	M		X	18	9	9
15	23	M	X		28	11,5	16,5
16	23	M	X		43,5	7	36,5

7.4.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp (Patient 17 - 32)

Patient	Alter	Geschlecht	Verletzungsseite rechts	Verletzungsseite links	Winkel des zu behand. Daumens	Vergleichswinkel gesunder Daumen	Winkel- differenz
17	47	M		X	34	9	25
18	28	M	X		48	14	34
19	35	M		X	55	6	49
20	22	M	X		45	4,5	40,5
21	49	M		X	21	6,5	14
22	63	M		X	35	1	34
23	38	M		X	30	4,5	25
24	18	W	X		48	10	38
25	49	W	X		39,5	7	32,5
26	21	W	X		41	9,5	31,5
27	48	W	X		24	12	12
28	31	W	X		36,5	11,5	25
29	22	W	X		47	2,5	44,5
30	46	W	X		53	13	40
31	44	W	X		36	7	29
32	46	W	X		29,5	6,5	23

7.4.1 Ergebnisse der Daumenmessungen bei 1,2 kp (Patient 33 - 48)

Patient	Alter	Geschlecht	Verletzungsseite	Verletztungsseite	Winkel des zu	Vergleichswinkel	Winkel-
			rechts	links	behand.Daumens	gesunder Daumen	differenz
33	41	W		X	25	4,5	20,5
34	36	W	X		28	5	23
35	48	W		X	30	10	20
36	21	W	X	X	41	-	-
37	48	W	X		31	4	27
38	31	W	X		71	14	57
39	36	W		X	60	10	50
40	26	W	X		41	5	36
41	45	W	X		26	14	12
42	62	W	X		30	16	14
43	21	W	X		35	9	26
44	35	W	X		68	9	59
45	62	W		X	60	12,5	47,5
46	40	W	X		48	7	41
47	53	W		X	30	13	17
48	54	W		X	27	12	15

7.4.2 Auswertung

- 1) Anzahl der Patienten : 48
- 2) Durchschnittsalter : 38,2 Stabw.: 12,4 Jahre
- 3) Verhältnis männl./weibl.: 23 / 35
- 4) Durchschnittliche Aufklappbarkeit des verletzten Daumens in Grad:

Mittelwert	:	36,4
Median	:	30,0
Varianz	:	214,1
Stabw.	:	$\pm$ 14,6
- 5) Durchschnittliche Aufklappbarkeit des unverletzten Daumens in Grad:

Mittelwert	:	8,7
Median	:	7,0
Varianz	:	13,2
Stabw.	:	$\pm$ 3,6
- 6) Durchschnittliche Winkeldifferenzen (Winkel des verletzten minus des unverletzten Daumens) in Grad:

Mittelwert	:	27,7
Varianz	:	213,6
Stabw.	:	$\pm$ 14,6

7) Prozentuale Verteilung der Winkelwerte:

G r a d	Unverletzter Daumen		Verletzter Daumen	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
0 - 5	9	37,5	-	-
5,1 - 10	24	51,0	1	2,0
10,1 - 15	12	25,5	1	2,0
15,1 - 20	2	4,2	3	6,1
20,1 - 25	-	-	3	6,1
25,1 - 30	-	-	12	24,8
30,1 - 35	-	-	7	14,2
35,1 - 40	-	-	4	8,1
40,1 - 45	-	-	5	10,2
45,1 - 50	-	-	6	12,2
50,1 - 55	-	-	2	4,0
55,1 - 60	-	-	3	6,1
60,1 - 65	-	-	-	-
65,1 - 70	-	-	1	2,0
70,1 - 75	-	-	1	2,0

7.5 Summe aller unverletzten Daumen der Gruppen I,
II, III a und III b

- 1) Anzahl der untersuchten Normaldaumen : 118
- 2) Durchschnittliche Aufklappbarkeit der unverletzten Normaldaumen in Grad:
- | | | |
|------------|---|--------------|
| Mittelwert | : | 8,3 |
| Median | : | 8,0 |
| Varianz | : | 21,6 |
| Stabw. | : | <u>+</u> 4,6 |
- 3) Prozentuale Verteilung der Winkelwerte:

G r a d	Häufigkeit	Prozent		
0 - 5	38	32,2	}	95,6 %
5,1 - 10	42	35,5		
10,1 - 15	33	27,9		
15,1 - 20	4	3,3		
20,1 - 25	1	0,8		

7.6 Summe aller verletzten Daumen der Gruppen

III a + b

- 1) Anzahl der untersuchten verletzten Daumen : 81
- 2) Durchschnittliche Aufklappbarkeit der verletzten Daumen in Grad:

Mittelwert : 30,0

Varianz : 248,1

Stabw. : $\pm 15,7$

- 3) Prozentuale Verteilung der Winkelwerte:

G r a d	Häufigkeit	Prozent
0 - 5	1	1,2
5,1 - 10	4	4,9
10,1 - 15	9	11,1
15,1 - 20	11	13,5
20,1 - 25	9	11,1
25,1 - 30	14	17,2
30,1 - 35	8	9,8
35,1 - 40	5	6,1
40,1 - 45	5	6,1
45,1 - 50	7	8,6
50,1 - 55	2	2,4
55,1 - 60	4	4,9
60,1 - 65	-	-
65,1 - 70	1	1,2
70,1 - 75	1	1,2

8. ERGEBNISSE

8.1 Gruppe I Gesunde Probanden

Druckbelastungsergebnisse am rechten und linken

Daumengrundgelenk

	rechter Daumen			linker Daumen		
Kraft (kp) :	1,2	2,0	3,0	0,6	1,2	1,8
Durchschnittl. Winkelmittel- wert (Grad)	4,4	7,0	10,4	5,2	8,1	10,3
Median	4,0	6,5	10,5	3,7	7,2	11,0
Standardab- weichung	+ 3,2	+2,8	+3,2	+4,9	+3,7	+3,6

8.1.1 Am rechten Daumengrundgelenk erhobene Befunde

Die individuelle Streubreite liegt bei 1,2 kp zwischen 1 und 10 Grad, bei 3,0 kp zwischen 5,5 und 14,5 Grad; auf eine 1,6fache Steigerung der Kraft von 1,2 kp auf 2,0 kp reagiert das Band mit einer Erhöhung des Aufklappwinkels von durchschnittlich 2,6 Grad, was einer 1,5fachen Steigerung entspricht, während bei einer 2,5fachen Krafterhöhung von 1,2 kp auf 3,0 kp das Band mit einer

Erhöhung des Aufklappwinkels im Durchschnitt von 5,9 Grad reagiert, was einer 2,3fachen Steigerung gleich kommt; d.h. mit zunehmender Kraft vergrößern sich die Aufklappwinkel der gesunden Probanden etwa proportional (Abb. 20).

Abb. 20

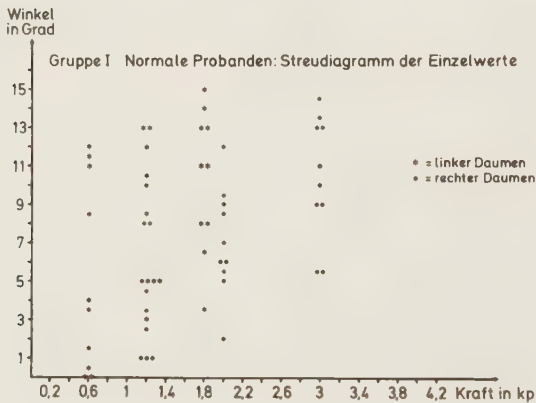


Diagramm 1: Gruppe der gesunden Probanden
Streudiagramm der Einzelwerte

8.1.2 Am linken Daumengrundgelenk erhobene Befunde

Die individuelle Streubreite liegt bei einer Kraft von 0,6 kp zwischen 0 - 12 Grad, bei 1,8 kp zwischen 3,5 und 13 Grad.

Auf eine Verdopplung der Kraft von 0,6 auf 1,2 kp kommt es zu einer Vergrößerung des Aufklappwinkels um 2,8 Grad, was einer 1,5fachen Steigerung entspricht. Auf eine Verdreifachung der Kraft von 0,6 auf 1,8 kp reagiert das Gelenk mit einer Zunahme des Aufklappwinkels von 5,0 Grad, somit einer Steigerung auf das nahezu Zweifache des Ausgangswertes.

Stellt man die Mittelwerte für den rechten und linken Daumen graphisch dar (Abb. 21 a), so fällt eine lineare Beziehung der Banddehnung des rechten und linken Seitenbandes im verwandten Kraftbereich auf (Regressionsgerade (Abb. 21 b)).

Abb. 21 a

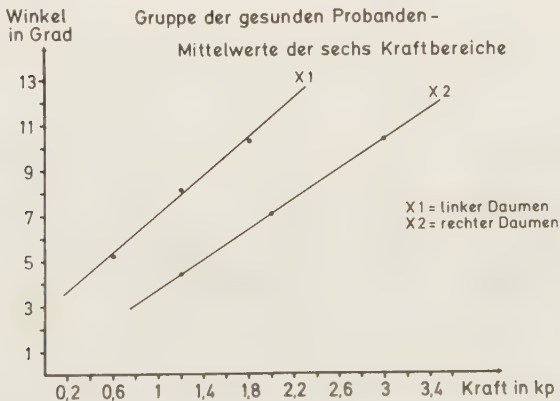


Diagramm 2: Gruppe der gesunden Probanden
Proportionale Kraft-Winkel-Beziehung der Mittelwerte des rechten und linken Daumens

Abb. 21 b

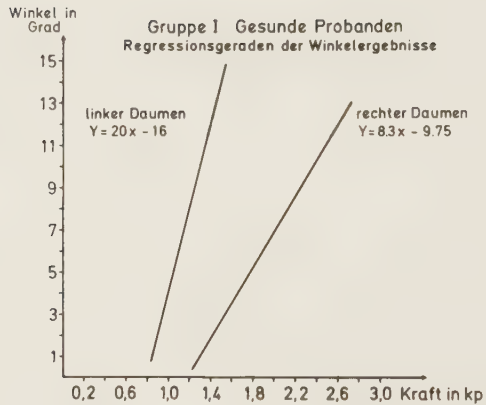


Diagramm 3: Gruppe der gesunden Probanden
Regressionsgerade, rechter und linker Daumen

8.1.3 Prozentuale Verteilung der Ergebnisse

Sortiert man die in den sechs Kräfte-Gruppen gewonnenen Winkelergebnisse der rechten und linken Daumen nach gleichgroßen Gradbereichen (0 - 5 Grad, 5,1 - 10 Grad, 10,1 - 15 Grad) und berechnet hiervon den jeweils anteiligen Prozentwert innerhalb der Gruppe, so ergibt sich folgender in der Tabelle dargestellter Sachverhalt.

G r a d	rechter Daumen			linker Daumen			
	1,2	2,0	3,0	0,6	1,2	1,8	kp
0 - 5	70	20	-	60	40	10	%
5,1 - 10	30	70	50	10	20	30	%
10,1 - 15	-	10	50	30	40	60	%

Einhundert Prozent der untersuchten Daumen dieser gesunden Probanden liegen unter 15,1 Grad.

Stellt man diese Ergebnisse der jeweiligen Gruppen auf einer Prozentskala gegen die oben gewählten Gradbereiche dar, so ergibt sich folgendes Diagramm :

Abb. 22

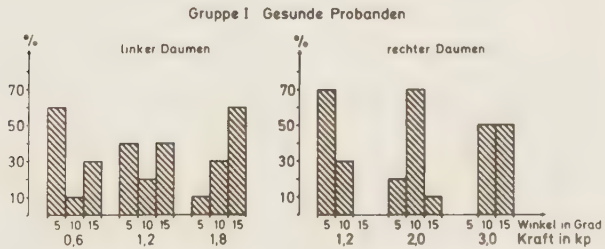


Diagramm 4: Gruppe der gesunden Probanden
Prozentuale Verteilung

8.1.4 Rechts-links-Vergleich bei 1,2 kp

	rechter Daumen	linker Daumen
Mittelwert (Grad)	4,4	8,1
Median (Grad)	4,0	7,2
Standardabweichung	$\pm 3,2$	$\pm 3,7$

Beim Vergleich des rechten und linken Daumens bei 1,2 kp fällt eine um etwa 3,7 Grad vermehrte Aufklappbarkeit des linken Daumens auf.

8.1.5 Beurteilung der angewandten Kräfte

Aufgrund der Untersuchungen zeigte sich rasch, daß mit einer Kraft von 0,6 kp in manchen Fällen (siehe Tabelle 7.1.1: Fall 1, 4, 8) keine ausreichenden Aufklappwinkel zu erzielen waren, daß also eine Kraft von 0,6 kp zu niedrig war, um eine immer verlässliche Funktionsprüfung des Daumengrundgelenkes und des ulnaren Seitenbandes durchzuführen. Die Untersuchungen ergaben weiter, daß eine Kraft von 1,2 kp in der Regel zu verwertbaren Aufklappwinkeln ohne eine größere Patientenbelastung

führte; die Untersuchungen von Volleyballspielern und gesunden Probanden sowie die Eigenversuche (s.o.) zeigten, daß Kräfte von 2,0 kp und mehr bereits eine unnötige Mehrbelastung für den Bandapparat darstellen, und daß die Aufklappwinkel bei noch größeren Kräften keine zusätzliche Information für die Beurteilung einer Verletzung ergeben, so daß hierdurch keine weitere differentialdiagnostische Aufgliederung in gesunde, krankhaft gedehnte und rupturierte Seitenbänder möglich ist. Mit zunehmender Erfahrung zeigte sich eine Kraft von 1,2 kp als durchaus geeignet, um sowohl ein intaktes von einem geschädigten ulnaren Seitenband zu unterscheiden, als auch eine zumindest ansatzweise Differenzierung zwischen einer Bandteilläsion und einer völligen Ruptur, besonders mit Hilfe des Seitenvergleiches, zu ermöglichen.

Die Befürchtung, eine Bandteilläsion in eine völlige Ruptur iatrogen umzuwandeln, erwies sich bei unseren Untersuchungen mit 1,2 kp als unbegründet.

8.2 Gruppe II Volleyballspieler

Wir wählten mit Absicht gerade aktive Volleyballspieler als Referenzgruppe zum Vergleich mit unseren beiden Patientengruppen III a + b, also den klinisch auffälligen Patienten und den gesunden Probanden der Gruppe I, da wir erwarteten, daß die Volleyballspieler wegen der oft extremen und chronischen Belastung des ulnaren Daumenseitenbandes sich vielleicht als semipathologische Gruppe hinsichtlich ihrer Aufklappbarkeit zwischen den Winkeln einer Bandläsion und den Winkeln eines unauffälligen Daumens (Gruppe I) eingliedern würden.

8.2.1 Durchschnittliche Winkelergebnisse und Rechts- links-Vergleich bei 1,2 kp

	Winkelergebnisse	Winkelergebnisse	
		rechter Daumen	linker Daumen
Mittelwert (Grad)	9,7	9,7	9,9
Median (Grad)	9,0		
Standardabweichung	$\pm$ 6,5	$\pm$ 7,6	$\pm$ 3,7

Der durchschnittliche Aufklappwinkel bei einer Kraft von 1,2 kp beträgt 9,7 Grad. Bei der Aufteilung nach rechten

und linken Daumen ergeben sich Durchschnittswerte von 9,7 Grad für den rechten und 9,9 Grad für den linken Daumen.

Die durchschnittlichen Werte des Rechts-links-Vergleichs liegen so eng beieinander, daß man wie schon bereits bei Gruppe I davon ausgehen kann, daß dem Seitenvergleich keine Bedeutung zukommt.

8.2.2 Prozentuale Verteilung der Winkelergebnisse

G r a d	Häufigkeit	Prozent (%)
0 - 5,0	6	31,5
5,1 - 10,0	4	21,0
10,1 - 15,0	7	36,8
15,1 - 20,0	1	5,2
20,1 - 25,0	1	5,2

Betrachtet man die prozentuale Verteilung der Ergebnisse dieser Gruppe, so läßt sich sagen, daß fast 90 Prozent der Werte im Bereich von 0 - 15 Grad liegen. Bei den restlichen 10 Prozent, die über diesem Bereich bis hin zu 25 Grad liegen, muß man bereits eine pathologische Veränderung des Bandapparates annehmen, die bei der klinischen Voruntersuchung nicht eindeutig zu erkennen war (Abb. 23).

Abb. 23

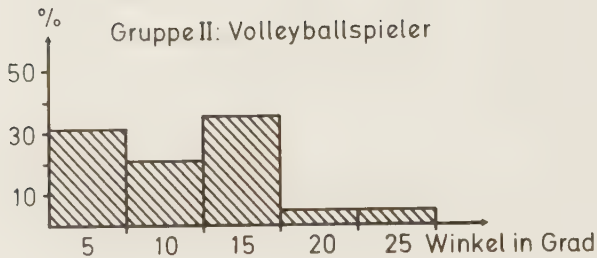


Diagramm 5: Gruppe der Volleyballspieler
Prozentuale Verteilung

8.2.3 Vergleich der Winkelwerte der Volleyballspieler
mit Gruppe I und den unverletzten Daumen der
Gruppe III a und b

	Volleyball- spieler	Gruppe I rechts links		Gruppe III a b	
Mittelwert (Grad)	9,7	4,4	8,1	8,1	8,7
Standardab- weichung	$\pm 6,5$	$\pm 3,2$	$\pm 3,7$	$\pm 4,6$	$\pm 3,6$

Die Vermutung, Volleyballspieler zeigen infolge der chronischen Belastung ihrer Daumenseitenbänder eine deutlich vermehrte Aufklappbarkeit im Metakarpophalangealgelenk, betrachtet man die vergleichbaren Referenzwerte der anderen Gruppen, hat sich nicht bestätigt. Sie erwiesen sich vielmehr hinsichtlich ihres Daumengrundgelenkes in der Regel als unauffällig und stabil.

8.3 Gruppe III a (Nicht operierte) Patienten und III b (Operierte Patienten)

8.3.1 Verletzungsverhältnis rechts - links

Beim Vergleich der Zahl der Verletzungen des rechten Daumens mit der des linken ergibt sich sowohl bei der Gruppe III a mit einem Verhältnis von 17 / 15 als auch bei der Gruppe III b von 30 / 19 ein leichtes Überwiegen der rechten Seite.

8.3.2 Durchschnittliche Winkel der unverletzten und verletzten Daumen

	Gruppe III a		Gruppe III b	
	unverletzt	verletzt	unverletzt	verletzt
Mittelwert (Grad)	8,1	20,3	8,7	36,7
Median (Grad)	7,5	17,0	7,0	30,0
Standardabweichung	+4,6	+12,0	+3,6	+14,6

Der gemessene Winkel für die verletzten Daumen beträgt bei Gruppe III a 20,3 Grad und bei III b durchschnittlich 36,4 Grad, d.h., daß bei den Patienten, bei denen wir aufgrund der Klinik und radiologischen Untersuchung keine völlige Ruptur annahmen, findet sich im Gegensatz zu den Patienten mit einer intraoperativ gesicherten Ruptur des ulnaren Seitenbandes bei einer Kraft von 1,2 kp ein durchschnittlich um etwa 16 Grad kleinerer Aufklappwinkel, was dafür spricht, daß die Größe des Aufklappwinkels ein brauchbares Maß für den Schädigungsgrad sein könnte (Abb. 24 und 25).

Der Vergleich der unverletzten Daumen der beiden Untergruppen ergibt nahezu gleiche Winkelwerte, nämlich für die Gruppe III a 8,1 Grad und für III b 8,7 Grad, wobei sich die Werte auch im Bereich der Gruppen I und II bewegen.

Abb. 24

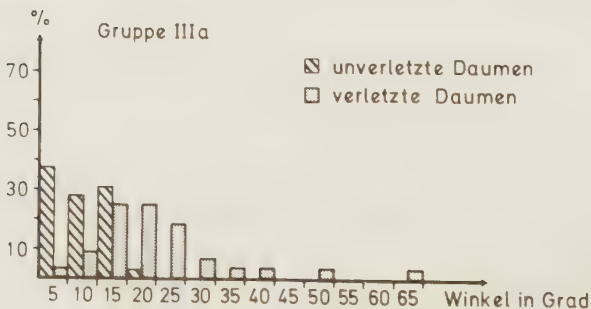


Diagramm 6: Gruppe III a : Nicht operierte Patienten
Prozentuale Verteilung der unverletzten
und verletzten Daumen

Abb. 25

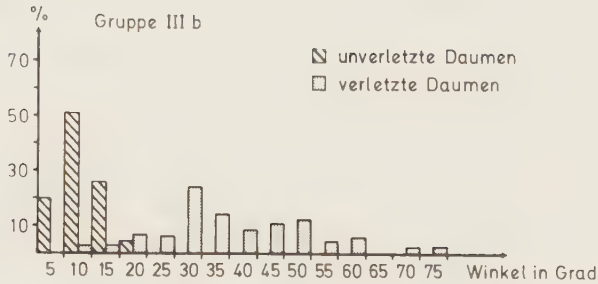


Diagramm 7: Gruppe III b: Operierte Patienten
 Prozentuale Verteilung der unverletzten und
 verletzten Daumen

8.3.3 Untersuchung auf geschlechtsspezifische Unter- schiede

Durchschnittliche Winkelergebnisse geordnet nach männ- lichen und weiblichen Patienten

	Gruppe III a				Gruppe III b			
	männl.		weibl.		männl.		weibl.	
	V	U	V	U	V	U	V	U
Mittelwert (Grad)	15,8	7,4	27,7	9,4	32,5	8,1	39,8	9,3
Standard- abweichung	+7,1	+4,3	+15,0	+5,1	+13,3	+3,6	+13,4	+3,6

V = Verletzt; U = Unverletzt

Trennt man innerhalb der Untergruppen III a + b nach männlichen und weiblichen Patienten, so ergeben sich für die nicht verletzten Daumen Winkel von durchschnittlich 7,4 bzw. 9,4 Grad für Gruppe III a und 8,1 bzw. 9,3 für Gruppe III b, während die Winkel der verletzten Daumen der Gruppe III a 15,8 bzw. 27,7 und für Gruppe III b 32,5 bzw. 39,8 Grad betragen.

Sieht man von den Werten der normalen Daumen der Gruppe III a + b einmal ab, die etwa denen der Gruppen I und II entsprechen, so zeigt sich eine vermehrte Aufklappbarkeit der verletzten Daumen von weiblichen Patienten. Diese vermehrte Aufklappbarkeit ließe sich möglicherweise dadurch erklären, daß

- 1) die Daumen- und Handmuskulatur der Frau in der Regel geringer ausgeprägt ist,
- 2) die Frau einen schwächer strukturierten Kapselbandapparat besitzt, der gerade bei einer Verletzung vermehrt an Festigkeit einbüßt.

8.3.4 Untersuchung der 81 verletzten Daumen

Gruppe III a + b

Durchschnittliche Winkelwerte:

Summe aller pathologischen Daumen

Mittelwert (Grad)	30,0
Standardabweichung	<u>+ 15,7</u>

Die durchschnittliche Aufklappbarkeit aller 81 verletzten Daumen beträgt 30,0 Grad.

Betrachtet man die dazugehörige prozentuale Verteilung der 81 pathologischen Winkelwerte (Abb. 26), so läßt sich folgendes sagen:

- 1) 24,4 % der pathologischen Daumen liegen über einem Winkelwert von 40 Grad.
- 2) Bereits 40,3 % ergeben bei der radiologischen Auswertung pathologische Winkel von mehr als 30 Grad.
- 3) 68,6 % liegen über 20 Grad,
- 4) und schließlich liegen 93,2 % unseres Untersuchungsgutes über einem als obere Grenze des Normalen geltenden Winkels von 10 Grad.

Abb. 26

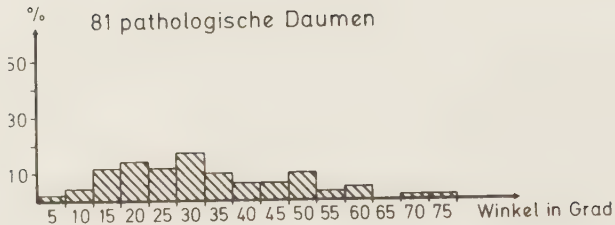


Diagramm 8: Summe der pathologischen Daumen der Gruppe
III a + III b
Prozentuale Verteilung

8.3.5 Winkeldifferenz

Wenn wir sämtliche Aufklappwinkel der unverletzten und normalen Daumen bei den einzelnen Gruppen und Personen betrachten, so besteht im Einzelfall eine gewisse Variationsbreite, so daß hier zweifellos ein individueller, wahrscheinlich konstitutioneller Faktor eine Rolle spielt. Diesen können wir aber sehr leicht dadurch ausschalten, daß wir nicht die absolut gemessenen Aufklapp-

winkel verwerten, sondern den Aufklappwinkel der gesunden Seite von dem der kranken Seite abziehen, also die Winkeldifferenz bilden, die nun tatsächlich ein brauchbares Maß für die Schädigung des ulnaren Seitenbandes ist, denn die gemessenen Winkeldifferenzen entsprechen häufig recht gut den erhobenen klinischen Befunden und in Gruppe III b auch den bei der Operation festgestellten Bandzerreißen. Wir sind zu diesem Kunstgriff um so mehr berechtigt, als gerade mit dem Telos-Halteapparat für Sprunggelenke ganz entsprechende Erfahrungen gewonnen wurden.

Hier wird in der Praxis schon seit Jahren bei vermehrter Aufklappbarkeit z.B. des oberen Sprunggelenkes jeweils eine entsprechende Aufnahme der gesunden Seite zum Vergleich angefertigt.

Gerade diese Winkeldifferenzzahl ist es, die nach unserer Ansicht eine Unterscheidung in unverletzte Daumen, geringgradige Läsion (Banddehnung und Anriß) und eine völlige Bandzerreißen zuläßt.

Durchschnittliche Winkeldifferenz der verletzten Daumen

	Gruppe III a	Gruppe III b
Winkeldifferenz (Grad)	12,1	27,7
Standardabweichung	$\pm 12,3$	$\pm 14,6$

In unserem Falle ergeben sich hierbei Winkeldifferenzen von 12,1 Grad für die Gruppe III a der nicht operierten Patienten und 27,7 Grad für Gruppe III b der operierten Patienten, bei denen eine klare Bandruptur vorlag und jeweils intraoperativ bestätigt wurde.

8.4 Untersuchung der 118 Winkelwerte der unverletzten ulnaren Seitenbänder aller drei Gruppen

Winkelwerte aller 118 untersuchten Normaldaumen

Mittelwert (Grad)	8,3
Median (Grad)	8,0
Standardabweichung	<u>± 4,6</u>

Die Untersuchung der 118 normalen unverletzten Daumen ergeben einen durchschnittlichen Winkelwert von 8,3 Grad. Betrachtet man die prozentuale Verteilung der Winkel in jeweils Fünf-Grad-Abständen, so läßt sich sagen:

- 1) Mehr als 95 % der Werte liegen unter 15,1 Grad,
- 2) 65,7 der Werte liegen unter 10,1 Grad
- 3) und noch 32,2 % der Werte unter 5,1 Grad.

(siehe Abb. 27)

Abb. 27

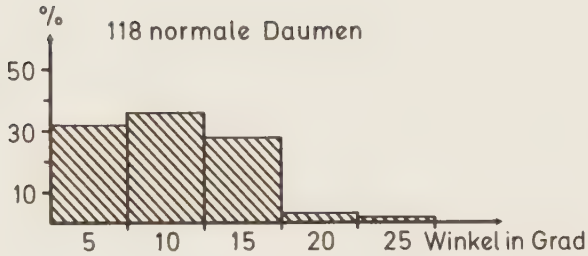


Diagramm 9: Summe der unverletzten Daumen aller drei Gruppen
Prozentuale Verteilung

8.5 Vergleich der 118 ungeschädigten mit 81 geschädigten Daumen

	ungeschädigte Daumen	geschädigte Daumen
Mittelwert (Grad)	8,3	30,0
Standardabweichung	$\pm 4,6$	$\pm 15,7$

Vergleicht man die durchschnittlich erhaltenen Winkelwerte der unauffälligen unverletzten Daumen mit denen der verletzten Daumen, so ergibt sich ein um 21,7 Grad kleinerer durchschnittlicher Winkelwert, der in der täglichen radiologischen Routine nach unserer Meinung zumindest in der Regel eine Abgrenzung von unverletzt zu verletzt zuläßt. Die dazugehörige prozentuale Verteilung wird in Abb. 28 dargestellt.

Abb. 28

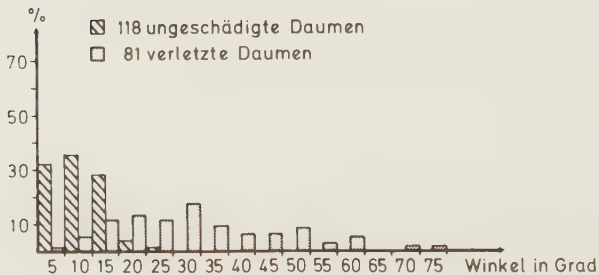


Diagramm 10: Gegenüberstellung verletzte Daumen -
unverletzte Daumen
Prozentuale Verteilung

9. DISKUSSION =====

a) Kraft

Die Kraft 1,2 kp liefert in der Regel bei einer Traumatisierung des ulnaren Seitenbandes aussagekräftige und verwertbare Ergebnisse ohne eine größere Belastung für den Patienten (keine Lokalanästhesie nötig).

Bedeutend geringere Kräfte beinhalten die Gefahr, daß eventuell weniger stark ausgebildete Verletzungen des Seitenbandes unerkannt bleiben und somit die Aussagekraft der gehaltenen Aufnahme dadurch in Frage gestellt wird.

Bedeutend größere Kräfte bieten keinen größeren differentialdiagnostischen Aussagewert, zudem steigt das Risiko einer iatrogenen Verschlechterung eines bereits pathologischen Befundes.

Die Invivotestungen des ulnaren Bandverhaltens an 10 gesunden Probanden und seine Reaktion auf eine schrittweise Krafterhöhung ergab eine der jeweils applizierten Kraft entsprechende proportionale Anhebung der Aufklappwinkelmittelwerte und somit einen im getesteten Kraftbereich linearen Zusammenhang zwischen applizierter Kraft und resultierender Aufklappbarkeit.

b) Normalwerte

BOWERS (5) erzielte nach der oben beschriebenen Methode bei dreißig sogenannten normalen Daumen einen durchschnittlichen Aufklappwinkel im Metacarpophalangealgelenk von 15,5 Grad, ohne jedoch eine konkrete Angabe über die verwandten Kräfte zu machen. Bei FRANK (9) und DOBYNS ergaben sich bei der klinischen und nicht radiologischen Untersuchung von hundert normalen Daumen, aufgegliedert nach fünfzig männlichen, fünfundzwanzig weiblichen und fünfundzwanzig Kindern, folgende Winkelwerte:

	Durchschnittl. Winkel	Spannweite
Männer	20 Grad	10 - 35 Grad
Frauen	25 Grad	10 - 35 Grad
Kinder	24 Grad	5 - 35 Grad

Um die Ergebnisse der einzelnen Forschergruppen richtig beurteilen und vergleichen zu können, muß auf BOWERS (5) Beobachtung hingewiesen werden, daß Winkelmessungen durch Anlegen zweier Geraden entlang des ersten Strahls in der Regel um 5 - 15 Grad größer sind als die Winkel mittels der Auswertung gehaltener Röntgenaufnahmen; diese von der jeweiligen Methode der Winkelbestimmung abhängigen Unterschiede können wir aufgrund unserer Erfahrung bei der Auswertung bestätigen. Mögliche Flexions-

Supinations- und Rotationsbewegungen im Metacarpophalangealgelenk und Carpometacarpalgelenk und eine nicht immer eindeutige Bestimmbarkeit der jeweiligen Longitudinalachsen des Metacarpale I und der proximalen Phalanx bei den nicht röntgenologischen Untersuchungen führen zu dieser Unterschiedlichkeit der Ergebnisse. Das gleiche Problem trifft auch für die Ergebnisse von COONRAD und GOLDNER (8) zu; sie untersuchten tausend normale Daumen unter anderem auf eine ulnare Aufklappbarkeit, wobei sie einen durchschnittlichen Winkel von 0 - 20 Grad bei einem Mittelwert von 10 Grad erhielten.

Unsere Untersuchungen der einhundertachtzehn unverletzten Daumen ergibt einen durchschnittlichen Winkelwert von 8,3 Grad, wobei 95 % der untersuchten Daumen unter einem Winkelwert von 15,1 Grad liegen.

Durchschnittliche Aufklappbarkeit normaler Daumen

	Anzahl	Ø Winkel	Spannweite	Druck
BOWERS (5)	30	15,5	-	?
FRANK/DOBYNS (9)	100			
Männer	50	20,0	10-35	?
Frauen	25	25,0	10-35	?
Kinder	25	24,0	5-35	?
COONRAD/GOLDNER (8)	1000	10,0	0-20	?

Unsere Untersuchungsergebnisse:

Gesunde Probanden	20	6,2	1-13	1,2 kp
Volleyballspieler	19	9,7	1-25	1,2 kp
Nicht Operierte	32	8,1	0-18	1,2 kp
Operierte	47	8,7	1-16	1,2 kp
Summe aller gesunden Daumen	118	8,3	0-25	1,2 kp

c) Volleyballspieler: Semipathologische Gruppe

Ja oder Nein

Die Vermutung, Volleyballspieler zeigten infolge der ständig chronischen Belastung ihrer Daumenseitenbänder eine deutlich vermehrte Aufklappbarkeit im Metacarpophalangealgelenk, hat sich nicht bestätigt. Sie erwiesen sich hinsichtlich ihrer Aufklappbarkeit im Vergleich zu den Referenzmessungen der anderen unverletzten Daumen als unauffällig und im Normbereich gelegen.

d) Bandteilläsion

Bei dem Vergleich der neun teillädierten Patienten von BOWERS (5) mit unserer Gruppe III a, also mit zweiunddreißig nicht operierten Patienten hinsichtlich der Winkel, der verwandten Methode und deren Aussagefähigkeit und der Therapie, läßt sich folgendes feststellen:

d₁) Gemeinsame Aspekte

Ein durchschnittlicher Aufklappwinkel von 20 Grad fand sich bei den Patienten, bei denen aufgrund der klinischen und radiologischen Untersuchung eine totale Ruptur eher unwahrscheinlich war und man eher eine mehr

oder minder große Teilläsion des Bandes annahm, die konservativ behandelt, in der Regel zu befriedigenden Ergebnissen führte.

- 1) Der durchschnittliche Winkel der beiden Gruppen unterscheidet sich nur geringfügig voneinander (BOWERS (5) = 18 Grad, WIR = 20 Grad).
- 2) BOWERS (5) bestätigt die bei diesem Winkel gestellte Verdachtsdiagnose der Teilläsion des ulnaren Seitenbandes durch arthrographische Darstellung der Struktur und findet bei dieser Gruppe lediglich einen geringen Austritt des Kontrastmittels in das periartikuläre Gewebe, in den M. adductor oder entlang der Sehne des M. extensor pollicis brevis et longus.
- 3) Als Therapie der Wahl bei dieser leichteren Art der Verletzung sieht BOWERS (5) ebenfalls die konservative Therapie durch Ruhigstellung mittels Gipsverband an.

d₂) Unterschiedliche Aspekte

- 1) Wir erzielen gleiche durchschnittliche Winkelwerte bei einer Teilläsion des ulnaren Seitenbandes ohne die zusätzliche und belastende Anwendung eines Lokalanästhetikums.

- 2) Wir erzielen diagnostisch aussagefähige Aufklappwinkel mit einer Kraft von 1,2 kp, die noch keinen starken Schmerzreiz mit begleitender Muskelanspannung hervorruft.
- 3) Die gewonnenen Muskelwerte sind durch die von uns angewandte und standardisierte Haltemethode in einem hohen Maße reproduzierbar und vergleichbar.

e) Bandruptur

Der durchschnittliche Aufklappwinkel bei den Patienten, bei denen wir eine Operation aufgrund der klinischen und radiologischen Untersuchung empfohlen und intraoperativ die Diagnose einer kompletten ulnaren Bandruptur jeweils bestätigt wurde, liegt bei 36,4 Grad.

Betrachtet man die Winkelwerte der zehn zu operierenden Patienten von BOWERS (5) und unsere achtundvierzig operierten Patienten, so findet man lediglich einen Winkelunterschied von vier Grad (BOWERS (5): 40 Grad). Wie bei unseren Fällen bestätigte sich seine radiologisch gestellte Verdachtsdiagnose einer Ruptur des ulnaren Seitenbandes in allen zehn Fällen intraoperativ.

FRANK und DOBYNS (9) nahmen intraoperative Testungen bei gerissenen Seitenbändern vor und konnten einen durchschnittlichen Winkel von 50 Grad erzielen. Zur Beurtei-

lung und Einordnung dieser Ergebnisse ist jedoch der Hinweis auf die intraoperative Messung wichtig. Der durchschnittliche Aufklappwinkel unserer insgesamt einundachtzig untersuchten pathologischen Daumen liegt bei 30 Grad. 93,2 % der untersuchten Daumen liegen hierbei über einem Winkel von 10 Grad.

Durchschnittliche Aufklappbarkeit der Daumen nach Band-
ruptur und Teilruptur

<u>Ruptur</u>	Anzahl	Winkel	Spannweite	Kraft
BOWERS (5)	10	40	-	?
FRANK/DOBYNS (9)	16	50	-	?
Eigenes Krankengut	49	36	10 - 71	1,2 kp
<u>Teilruptur</u>				
BOWERS (5)	9	18	-	?
Eigenes Krankengut	32	20	4 - 63	1,2 kp
Summe aller patho- logischen Daumen	81	30	4 - 71	1,2 kp

f) Stabilität - Instabilität

Aufgrund seiner Versuchsergebnisse definierte BOWERS (5) die Stabilität des ulnaren Seitenbandes als eine nicht

mehr als 10 Grad im Vergleich zur unlädierten Seite mögliche Abduktion der betroffenen Seite. Als Instabilität und somit als Ruptur des ulnaren Seitenbandes sah er Winkel von mehr als 30 Grad an, die chirurgisch versorgt werden sollten.

Dieser Art der Definition können wir uns prinzipiell anschließen; um einen individuellen und konstitutionellen Faktor bei der Beurteilung von Aufklappwinkeln möglichst auszuschließen, empfehlen wir jedoch die Berechnung der Winkeldifferenz, die sich aus pathologischem Winkel minus dem gesunden Vergleichswinkel berechnet und somit einen Winkel erbringt, um den der geschädigte Daumen im Vergleich zum gesunden unverletzten Daumen tatsächlich größer ist, und postulieren erst eine Ruptur des Bandes bei einem Seitenunterschied von mehr als 20 Grad. FRANK und DOBYNS (9) fordern für die Diagnose einer Instabilität

- 1) einen Winkel von 45 Grad, der somit 10 Grad über der Spannweite ihrer normalen Daumen liegt,
- 2) das Vorliegen anderer evidenter klinischer Zeichen einer Bandruptur.

Zu dieser Art der Definition ist zu sagen, daß sie den Ansprüchen der oben beschriebenen Winkelausmessung genügt; sie erlaubt jedoch die Diagnose einer Bandruptur lediglich in Verbindung mit anderen evidenten klinischen

Zeichen. Dies halten wir wegen einer Verschleppung der therapeutischen Konsequenzen für gefährlich.

Geschlechtsspezifische Unterschiede bei Bandverletzungen

Geschlechtsspezifische Untersuchungen bei den verletzten Daumen ergaben eine in der Regel vermehrte Aufklappbarkeit der pathologischen Daumen der weiblichen Patienten, welche möglicherweise durch eine etwas geringer ausgebildete Daumen- und Handmuskulatur und durch einen schwächer strukturierten Kapselbandapparat, der gerade bei einer Verletzung vermehrt an Festigkeit einbüßt, bedingt sein könnte.

Rechts-links-Vergleich

Die Untersuchung auf unterschiedliche Aufklappbarkeitsverhalten des rechten oder linken Metacarpophalangealgelenks ergaben sowohl bei ungeschädigten als auch bei geschädigten Daumen keinen Hinweis auf ein seitendifferentes Verhaltensmuster.

Die gehaltene Aufnahme

Die Halte- und Druckapparatur für die Untersuchung von Hand und Fingergelenken nach R. MAYER (32) erwies sich in seiner täglichen Handhabung als unproblematisch; sie

stellt eine Methode dar, die reproduzierbare, untereinander vergleichbare und aussagekräftige Winkelergebnisse erbringt und somit dem untersuchenden Arzt entscheidende Hilfe für die Beurteilung des Befundes und für das weitere Vorgehen leistet.

Aufgrund der von BOWERS (5) und von uns beschriebenen Versuche und der daraus folgenden positiven Erfahrungen halten wir die Anwendung der gehaltenen Aufnahme zur Befunderhebung einer Verletzung des ulnaren Seitenbandes für geeignet. Bei richtiger Anwendung der Methode lassen sich in der Regel Angaben über die Art der Läsion machen, die auch intraoperativ gesichert wurden.

Die Anwendbarkeit ist unkompliziert, die Belastung für den Patienten gering und der Aussagewert besitzt eine große Validität. Eine Lokalanästhesie ist nicht erforderlich und die Untersuchung ist nicht invasiv.

10. ZUSAMMENFASSUNG

=====

81 verletzte ulnare Seitenbänder des Daumengrundgelenks - 49 operativ behandelt und als Totalruptur bestätigt, 32 konservativ durch Gipsruhigstellung behandelt - wurden mit einer als gesund befundenen Vergleichsgruppe von 20 Daumen, einer vermeintlich semipathologischen Gruppe von 19 Volleyballspielern und den Referenzwinkeln der verletzten Daumen (79) mit Hilfe einer entwickelten Untersuchungsvorrichtung zur Darstellung der ulnaren Bandläsion miteinander verglichen.

Hierbei wurde

- 1) auf die zu verwendenden Haltekräfte,
- 2) auf die nötige Positionierung des Patienten
- 3) und auf das optimale Auswerteverfahren von Röntgenbildern

eingegangen.

Des weiteren wurden Entscheidungshilfen und Kriterien entwickelt, die eine verlässliche Diagnostik ulnarer Seitenbandverletzungen ermöglichen.

11. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) ALDRED, A.J.
Rupture of the Collateral Ligament of the Metacarpo-phalangeal Joint of the Thumb.
J. Bone and Joint Surg. 37 B 1955 443-45
- 2) BAUERLE, E., REILL, P.
Die Problematik der ulnaren Seitenbandläsion am Daumengrundgelenk.
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 84 1976 115-23
- 3) BAILY, R.A.J.
Some closed Injuries of the Metacarpo-Phalangeal Joint of the Thumb.
J. Bone and Joint Surg. 45 B 1963 428-29
- 4) BAMERT, P., MEYER, V.
Sport Injuries of the Thumb Ray.
Ther. Umsch. 33 (6) 1976 402-6
- 5) BOWERS, W.H., HURST, L.C.
Gamekeeper's Thumb.
J. Bone and Joint Surg. 59 A 1977 519-24
- 6) CAMP, R.A., WEATHERWAX, R.J., MILLER, E.B.
Chronic Posttraumatic Radial Instability of the Thumb Metacarpo-Phalangeal Joint.
J. Hand Surg. 5 (3) 1980 221-25
- 7) CAMPBELL, C.S.
Gamekeeper's Thumb.
J. Bone and Joint Surg. 37 B 1955 148-9
- 8) COONRAD, R.W., GOLDNER, J.L.
A study of the pathological findings and treatment in soft tissue injuries of the thumb metacarpo-phalangeal joint.
J. Bone and Joint Surg. 50 A 1968 439-51
- 9) FRANK, W.E., DOBYNS, J.
Surgical pathology of collateral ligamentous injuries of the thumb.
Clin. Orthop. 83 1972 102-14
- 10) FICK, R.
Anatomie der Gelenke. In K. v. Bardeleben's Handbuch der Anatomie des Menschen.
Zweiter Band, Erste Abteilung, Erster Teil.
G. Fischer, Jena 1904

- 11) FRITZ, G., MÄHRING, M., SCHOLZ, R.
Die Bandverletzungen am Daumengrundgelenk.
Mschr. Unfallheilk. 78 1975 263-68
- 12) FRYKMAN, G., JOHANNSON, O.
Surgical repair of the ulnar collateral ligament
of the metacarpo-phalangeal joint of the thumb.
Acta Chir. Scand. 112 1956 58
- 13) GLAS, K.
Ski thumb. Morphological basis for ligament injuries
in the region of the metacarpophalangeal thumb joint.
Fortschr. Med. 96 (4) 1978 185-87
- 14) HARRIS, J., JOSEPH, J.
Variation in Extension of the metacarpo-phalangeal
and interphalangeal joints of the thumb.
J. Bone and Joint Surg. 31 B 1949 547-59
- 15) HIPPE, E.
Verletzungen von Hand und Arm.
Fortschr. Med. 85 1967 11-13
- 16) JOSEPH, J.
Further studies of the metacarpo-phalangeal and
inter phalangeal joint of the thumb.
J. Anat. 85 1951 221-29
- 17) KESSLER, I., HELLER, J.
Complete avulsion of the ligamentous apparatus of
the metacarpophalangeal joint of the thumb.
Surg. Gynecol. Obstet. 116 1963 95-98
- 18) KESSLER, I.
Chronic subluxation of the metacarpo-phalangeal
joint of the thumb.
J. Bone and Joint Surg. 45 B 1963 805
- 19) JOJIMA, T., NAGANO, T., KOHNO, T.
Causes of locking metacarpo-phalangeal joint of the
thumb and its non operative treatment.
Hand 11 (3) 1979 256-62
- 20) LAMB, D.W., ABERNETHY, P.J., FRAGIADAKIS
Injuries of the metacarpophalangeal joint of the
thumb.
Hand 3 1971 164-68
- 21) LINSCHIED, R.L.
Arthrography of the metacarpo-phalangeal joint.
Clin. Orthop. 103 1974 91

- 22) LUGGER, L.J.
Verrenkung im Daumensattelgelenk - eine typische
Skiverletzung.
Zbl. Chir. 101 1976 876-77
- 23) McCUE, F.C., HAKALA, M.W., ANDREWS, J.R., GIECK, J.H.
Ulnar collateral ligament injuries of the thumb in
athlets.
J. Sports Med. 2 (2) 1975 70-80
- 24) McFARLANE, R.M.
Observations of the functional anatomy of the in-
trinsic muscles of the thumb.
J. Bone and Joint Surg. 44 A (6) 1962 1073-88
- 25) MOBERG, E., STENER, B.
Injuries of the ligaments of the thumb and fingers.
Diagnosis, Treatment and Prognosis.
Acta Chir. Scand. 106 1953 166-86
- 26) MOGENSEN, B.A.
Posttraumatic instability of the metacarpo-phalangeal
joint of the thumb.
Hand 12 (1) 1980 85-90
- 27) NEVIASER, R.J., WILSON, J.N., LIEVANO, ALVARO
Rupture of the ulnar collateral ligament of the
thumb (Gamekeeper's Thumb).
J. Bone and Joint Surg. 53 A 1971 1357-64
- 28) RESNICK, D., DANZIG, L.A.
Arthrographic evaluation of injuries of the first
metacarpo-phalangeal joint. Gamekeeper's Thumb.
Am.J. Roentgenol. 126 1976 1046-52
- 29) ROVERE, G.D., GRISTINA, A.G., STOLZER, W.A.,
GARVER, E.M.
Treatment of gamekeeper's thumb in hockey players.
J. Sports Med. 3 (4) 1975
- 30) SAKELLARIDES, H.T., DEWEESE, J.W.
Instability of the metacarpo-phalangeal joint of
the thumb.
J. Bone and Joint Surg. 58 A 1976 106-12
- 31) SCHARIZER, E.
Zur Stabilität des Daumengrundgelenkes
Mschr. Unfallheilk. 67 1964 121-30
- 32) SCHMELZER, H., ROLLE, A., FELDMEIER, Ch., WILHELM,
K., MEYER, R.
Zur Diagnose des Skidaumens.
22. Symposion der deutschsprachigen Arbeitsgemein-
schaft für Handchirurgie, 01.10-03.10.1981 Lübeck-
Travemünde

- 33) SCHULTZ, R.J., FOX, J.M.
Gamekeeper's Thumb. Result of skiing injuries.
New York State J.Med. 73 1973 2329-31
- 34) SMITH, R.J.
Posttraumatic instability of the metacarpophalangeal
joint of the thumb.
J. Bone and Joint Surg. 59 A 1977 14-21
- 35) SMITH, M.A.
The mechanism of acute ulnar instability of the
metacarpophalangeal joint of the thumb.
Hand 12 (3) 1980 225-30
- 36) STENER, B.
Skeletal injuries associated with rupture of the
ulnar collateral ligament of the metacarpophalangeal
joint of the thumb. A clinical and anatomical study.
Acta. Chir. Scand. 125 1963 583-6
- 37) STENER, B.
Hyperextension injuries to the metacarpophalangeal
joint of the thumb rupture of ligaments, fracture
of Sesamoid bones, rupture of flexor pollicis
brevis. An anatomical and clinical study.
Acta Chir. Scand. 125 1963 275-93
- 38) STENER, B.
Displacement of the ruptured ulnar collateral liga-
ment of the metacarpophalangeal joint of the thumb.
J. Bone and Joint Surg. 44 B 1962 869-79
- 39) STRANDELL, G.
Total rupture of the ulnar collateral ligament of
the metacarpophalangeal joint of the thumb. Results
of surgery in 35 cases.
Acta Chir. Scand. 118 1959 72-80
- 40) WELLER, S.
Die Distorsion im Daumengrundgelenk als Skitrauma.
Dtsch. Med. Wschr. 86 1961 521-25
- 41) WIRTH, C.J.
Geschlossene Kapselbandverletzungen des Daumen-
grundgelenkes - Diagnostik und Therapie -
Arch. Orthop. Unfall-Chir. 84 1976 105-14
- 42) WOSNIK, H.
Die geschlossenen Bandverletzungen des Daumengrund-
gelenks.
Hefte zur Unfallheilk. 56 1958 45-47

- 43) ZILBERMANN, Z., ROTSCCHILD, E., KRAUSS, C.
Rupture of the ulnar collateral ligament of the
thumb.
J. Trauma 5 1965 477-81
- 44) ZRUBECKY, G., SCHARIZER, E.
Bandverletzungen der Finger.
Z. Orthop. 95 1962 46-70
- 45) MAYER, R., PFEIFER, K.J., NÄGELE, M., WILHELM, K.
Röntgendiagnostik des Skidaumens.
64. Deutscher Röntgenkongress 16.06.-18.6.1983
Hannover

Ich danke verbindlich

Herrn Prof. Dr. med. Klaus WILHELM, Leiter der
Handchirurgischen Abteilung der Chirurgischen
Klinik und Poliklinik Innenstadt der Universität
München, und

Herrn Dr. med. Roland MEYER, Oberarzt der Rönt-
genabteilung der Chirurgischen Klinik Innenstadt
der Universität München,

für die Überlassung des Themas, für viele wertvolle Anregungen bei der Versuchsanordnung und für die Unterstützung bei der Durchführung und Auswertung der Untersuchungen sowie für die Zurverfügungstellung des Krankengutes und der klinischen und operativen Befunde zum Vergleich mit den Ergebnissen der Röntgenuntersuchungen.

LEBENS LAUF

Name	Matthias N ä g e l e
09.01.58	Geburt in Giessen - Hessen
1965 - 69	Volksschule Leihgestern - Giessen
1969 - 72	Justus-Liebig-Gymnasium - Giessen - Hessen
1972 - 77	Max Planck-Gymnasium - Lahr - Baden
04.05.77	Abitur
1977 - 78	Kanadisches Abitur
01.05.78	Beginn des Medizinstudiums an der Ludwig-Maximilians-Universität München
18.03.80	Physikum
26.03.81	1. Staatsexamen
18.03.83	2. Staatsexamen
April 84	3. Staatsexamen

Tag der mündlichen Prüfung 9. Mai 1984

